

SYMPOSIUM PROCEEDING



IDAP



International Artificial Intelligence and Data Processing Symposium



Editors:

Ali KARCI

Asist. Editors:

Muhammed Fatih TALU

Davut HANBAY

Symposium Chair

Prof. Dr. Ali KARCI

Organization Committees

Ali Karcı
Davut Hanbay
Celalettin Yeroğlu
Adnan Fatih Kocamaz
Muhammed Fatih Talu
Mehmet Emin Tağluk
Bilal Şenol
B.Baykant Alagöz
Kenan İnce
Abdullah Erhan Akkaya
Emrah Dönmez

Abdullah Ateş
Ahmet Karadoğan
Mahmut Dirik
Mehmed Oğuz Şen
Sara Altun
Esra Karadeniz
Harun Çiğ
Ali Fatih Gündüz
Nuh Alpaslan
Ali Arı
Furkan Ayaz

Technical Program Committee

- | | |
|--|---|
| Dr. Ahmet Arslan (Selcuk Univ.) | Dr. Erkan Tanyıldızı (Firat University) |
| Dr. A. Enis Çetin (Bilkent Univ.) | Dr. Bilal Alataş (Firat University) |
| Dr. Yasemin Yardımcı Çetin (METU) | Dr. Murat Karabatak (Firat University) |
| Dr. Prabir Bhattacharya (Morgan State Univ.) | Dr. İlhan Aydın (Firat University) |
| Dr. Ali Kaveh (Iran Univ.) | Dr. Bedri Özer (Firat University) |
| Dr. Erdem Erdemir (Tennessee State Univ.) | Dr. Taner Tuncer (Firat University) |
| Dr. B. Ramakrishnan (S.T. Hindu College) | Dr. Seda Arslan Tuncer (Firat University) |
| Dr. Mahmudur Rahman (Morgan State Univ.) | Dr. Mehmet Karaköse (Firat University) |
| Dr. Morten Goodwin (University Of Agder) | Dr. Burhan Ergen (Firat University) |
| Dr. Yanhui Guo (Univ. Of Illinois Springfield) | Dr. Fatih Özkaynak (Firat University) |
| Dr. Mehmet Kaya (Firat University) | Dr. Ahmet Çınar (Firat University) |
| Dr. İbrahim Türkoğlu (Bingol University) | Dr. Abdulkadir Şengür (Firat University) |
| Dr. Ali Karcı (Inonu University) | Dr. Resul Daş (Firat University) |
| Dr. Nusret Tan (Inonu University) | Dr. Dursun Öztürk (Bingöl University) |
| Dr. Serdar Ethem Hamamci (Inonu University) | Dr. Aşkın Demirkol (Sakarya University) |
| Dr. Mehmet Emin Tağluk (Inonu University) | Dr. Berat Doğan (Inonu University) |
| Dr. Muhammed Fatih Talu (Inonu University) | Dr. M. Sıraç Özerdem (Dicle University) |
| Dr. Celalettin Yeroğlu (Inonu University) | Dr. Ayhan İstanbullu (Balıkesir University) |
| Dr. Davut Hanbay (Inonu University) | Dr. M.Akif Nacar (Harran University) |
| Dr. Fatih Kocamaz (Inonu University) | Dr. Tolga Aydın (Atatürk University) |
| Dr. Asım Kaygusuz (Inonu University) | Dr. Abdullah Başçı (Atatürk University) |
| Dr. Bilal Şenol (Inonu University) | Dr. Yılmaz Kaya (Siirt University) |
| Dr. B.Baykant Alagöz (Inonu University) | Dr. Musa Çıbuk (Bitlis University) |
| Dr. Cemil Çolak (Inonu University) | Dr. Mustafa Türk (Firat University) |
| Dr. Murat Demir (Mus Alpaslan University) | Dr. Ayhan Akbal (Firat University) |
| Dr. Murat Canayaz (Yuzuncu Yil University) | Dr. Erdiç Avaroğlu (Mersin University) |
| Dr. Recep Ozdag (Yuzuncu Yil University) | Dr. Kemal Balıkçı (Osmaniye University) |
| Dr. Kazım Hanbay (Bingol University) | Dr. Cafer Bal (Firat University) |
| Dr. Mustafa Aksu (Sutcu Imam University) | Dr. Mustafa Ulaş (Firat University) |
| Dr. Omer Faruk Ozguven (Inonu University) | Dr. Ömer Faruk Ertuğrul (Batman University) |

INVITATION for next IDAP

International Artificial Intelligence and Data Processing Symposium, IDAP'16 was held on September 17-18 2016, in Inonu University Turgut Ozal Congress and Culture Center. The symposium was held in the city of Malatya, which promises visitors joyful hours with historical texture, green nature and rich commercial activities. Inonu University is the one of prestigious universities in Turkey and hosted many national and international symposium organized by the support of campus and social facilities. It is planned to organize IDAP symposiums regularly on every year.

We are inviting researches from academy and industry all over the world to present their innovative works on the scopes of artificial intelligence, data processing, image/signal processing, data mining and smart industrial application, also share their fresh knowledge by science and business communities at IDAP.

Organization Committees

CONTENTS

INVITATION for next IDAP	3
CONTENTS	4
Evolutionary Algorithm Based Sensor Node Deployment Sibel BİRTANE, Özgür Koray ŞAHİNGÖZ	12
A New Feature Extraction Approach for Identification Document Language: Local Similarity Patterns Yılmaz KAYA	17
Four Directional Average Filter for Reducing Salt and Pepper Noise Pelin ALTINIŞIK, Erhan ERGÜN	21
Multi-Scale Ringed Binary Patterns For Automatic SMS Spam Filtering Yılmaz KAYA, Ömer Faruk ERTUĞRUL	25
Cost Efficient Multi-Source Energy Mixing for Renewable Energy Microgrids by Random Search Optimization Cemal KELES, Baris Baykant ALAGOZ, Asim KAYGUSUZ, Serkan ALAGOZ	29
Analysis Of Vocational High School Students' Success Rate Using Clustering Techniques Of Data Mining Gaffari ÇELİK, Tolga AYDIN	34
Deep Extreme Learning Machine for Face Recognition Abdulkadir ŞENGÜR	43
Developing Mobile Application for Content Base Spam SMS Filtering and Comparison of Classification Algorithms Onur KARASOY, Serkan BALLI	47
Evolutionary Genetic Algorithm for Efficient Clustering of Wireless Sensor Networks Gamze DOĞAN	54
ACO Based Routing Protocol for Wireless Sensor Networks Ebubekir BÜBER	59
i-RoHEAD "Interactive Robotic Head for Educational and Security Purposes" Oğul GÖÇMEN, Güçlü KIVANÇ	63
A Genetic Algorithm Approach for Protein Folding Problem Abdullah Erhan AKKAYA	69
Detecting Occupancy of an Office Room by Recurrent Extreme Learning Ömer Faruk ERTUĞRUL, Yılmaz KAYA, Mehmet Emin TAĞLUK	73

An Experimental Study of Anti-Jamming SDR Based Electromagnetic Fence Application	78
Hüseyin AKCELİK, Cagdas TUNA, Safak SARAYDEMİR, Yılmaz DURNA, Hasan KOCER	
The Effects of Pre-Processing on Acoustic Parameters and Classifier Performance in Fear, Neutral and Sadness Moods	82
Turgut ÖZSEVEN, Muharrem DÜĞENCİ	
Computing Association between Countries	87
İhsan TUĞAL, Ali KARCI	
Secondhand Car Price Estimation Using Artificial Neural Network	93
Murat Cihan SORKUN	
A Comparison of A*, BFS and DFS Artificial Intelligence Algorithms for Solving N-Puzzle	97
Ali Fatih GÜNDÜZ, Ali KARCI	
Protein folding simulations using ECEPP force field with single-solution-based metaheuristics	104
Berat DOĞAN, Tamer ÖLMEZ	
Airport Detection in Remote Sensing Images Using Gray Level Co-occurrence Matrix and Artificial Neural Network	108
Ümit BUDAK, Abdulkadir ŞENGÜR, Muzaffer ASLAN	
Realization of Sobel and Prewitt Edge Detection Algorithms on FPGA	113
Yaser Icer, MuDEstafa Turk	
A Motif Based Song Recommendation System	119
Ahmet Anıl MÜNGEN, Mehmet KAYA	
Integrating Symbolic Approximation Method Using Compressed Air Twin Rotor System of Intraocular Pressure Change of vibration associated with the Bedroom	124
Abdurrahim DAL, Tuncay KARAÇAY	
Classification of Thyroid Data Using Decision Trees, kNN and SVM Methods	130
Kutlucan GORUR, M.Serdar BASCIL, M.Recep BOZKURT, Feyzullah TEMURTAS	
Classification of Ground Vibrations Caused by Human Steps Using SVM	135
Ahmet Ayberk YURTTADUR, Tuncay KARAÇAY	
Determination of Acceleration-Volume Relation using ANN	141
Harun SUMBUL, A.Hayrettin YUZER	
Location Based CAPTCHA	147
Ahmet Anıl MÜNGEN, Eda Sena KARAAĞAÇLI, Hakan ERDÖL	
Investigating Broadcast Datas that have Different Priorities on VANET	153
Serkan ÖZTÜRK, Mete ÇELİK, Ertuğrul GÜL	

Transferring Linear Vector Quantization Based Pattern Recognition Model to Computer Environment	158
Şebnem Koltan YILMAZ, M. Mustafa YÜCEL	
Intrusion Detection with Radial Basis Neural Network Trained with Different Clustering Algorithm	167
Oğuz KAYNAR, Yunus Emre IŞIK, Yasin GÖRMEZ, Ferhan DEMİRKOPARAN	
Classification of Breast Cancer Patients by Using Apriori and Predictive Apriori Algorithm	174
Tuba PALA, İbrahim YÜCEDAĞ	
A Data Mining Approach for Diagnosis of Diabetes Using Association Rules and Clustering	187
Tuba PALA, İbrahim YÜCEDAĞ	
Classification of Diagnosis of Type 2 Diabetes Using Data Mining Techniques	200
Tuba PALA, İbrahim YÜCEDAĞ	
Time Frame Based Supervised Link Prediction in Dynamic Social Networks	211
Ertan BÜTÜN, Mehmet KAYA	
A New Approach for Identifying Outdoor Access Points' Location	215
İlhan Fırat KILINÇER, Orhan YAMAN, Fatih ERTAM	
Implementation CNN Based Chaos Generator Using Field Programmable Gate Array	219
Kenan ALTUN, Enis GÜNAY	
Performance Analysis of Cellular Neural Network Based Communication Systems DCSK and COOK	223
Enis GÜNAY, Kenan ALTUN	
Investigating Performance of ANFIS based equalization on Non-linear and Different Channel Models	227
Ferhat BOZKURT, Faruk Baturalp GÜNAY, Önder ÇOBAN	
Sentiment Analysis with Machine Learning Techniques	234
Oğuz KAYNAR, Mustafa YILDIZ, Yasin GÖRMEZ, Ayşegül ALBAYRAK	
Determination of Back-Pain Levels using Classification Techniques	242
Gıyasettin ÖZCAN, Eyyüp GÜLBANDILAR	
The Design and Performance Analysis of Modulator Architectures for Inverted Pulse Position Modulation (I-PPM)	246
Mehmet Sönmez	
Real Time Evaluation of Glass Bonding Quality by Infrared Range Image Processing	251
Ahmet Burak GÖKBAYRAK, Oğuzhan URHAN	

Vehicle-Recognition with Adaptive Threshold Value Algorithm on Wireless Magnetic sensor Network	255
Sercan VANÇIN, Ebubekir ERDEM	
DNA Sequence Analysis of CCHF with R	262
Giyasettin ÖZCAN	
BAGR: Bat Algorithm with Golden Ratio – The Effects of Golden Ratio on Bat Algorithms and Their Clustering Applications	266
Murat DEMİR, Ali KARCI	
Implementation of High Speed TanSig Activation Function for FPGA Based Artificial Neural Network Applications	275
İsmail KOYUNCU, Murat TUNA	
Measuring the Efficiencies of Vehicle Classification Algorithms on Traffic Surveillance Video	281
Seda KUL, Süleyman EKEN, Ahmet SAYAR	
Using Deep Learning Techniques on Content-Based Image Retrieval	286
Vedat TÜMEN, Burhan ERGEN	
Classification and Diagnosis of Cardiac Arrhythmia Disease by Deep Learning	291
Abdullah CALISKAN, Hasan BADEM, Alper BASTURK, Mehmet Emin YUKSEL	
Color to Sound Converter Design to Perceive the Colors for Visually Impaired People	295
Eşref ERDOĞAN, Ömer Galip SARAÇOĞLU	
Detection of Hazardous Substances for Human Health by Wireless Sensor Network in Indoor Environments	300
Shayda Khudhur İSMAİEL, Taner TUNCER	
Artificial Neural Network Model for Production Planning: A Case Study in The Textile Industry	305
Semih UTKU, Ali İhsan ERTOK, Seycan ÇAĞLAN	
Feature Selection and Classification on Breast Cancer Microarray Gene Expression Profile	312
Mustafa Turan ARSLAN, Adem KALINLI	
Large Data Analysis of Fast Moving Consumer Market Using Hadoop / MapReduce Technology	317
Serdar ÇETİNKAYA, Fatih KELEŞ	
A Scalable Distributed Query Framework for Unstructured Big Clinical Data: A Case Study On Diabetic Records	322
Ömer DEMİRCAN, Süleyman EKEN, Ahmet SAYAR	
The Modeling of Three Phase Electric Arc Furnace System using Matlab and Examining The Harmonic Effects with FFT Analysis	326
Mustafa ŞEKER, Arif MEMMEDOV	

Artificial Neural Network Approach for the Prediction of Thermal Insulation Properties of Lightweight Building Materials for Energy Efficient Buildings	334
Sehmus FIDAN, Suleyman POLAT, Hasan OKTAY	
FPGrowth Algorithm and Large Data Applications	338
Taner UÇKAN, Cengiz HARK, Ali KARCI	
Texture Segmentation using Hermite Transform	342
Yaman AKBULUT, Abdulkadir ŞENGÜR	
Association Inference with Using Weather-Roadcast Data to Infer Causes of Traffic Accidents Within the Context of 15 Temmuz Şehitler Bridge	347
Cengiz HARK, Taner UÇKAN, Ali KARCI	
Comparison of Digital Image Stabilization Methods	352
Abdullah Erhan AKKAYA, Muhammed Fatih TALU	
Comparison of Feature Selection Algorithms for Cardiotocographic Analysis	356
Abdülkadir GÜMÜŞÇÜ	
Real Time Face Detection With Raspberry Pi 3	360
Osman DEMİRCİ, Gökhan KAYHAN	
Investigation of Infrared Behavior of Cornelian Cherry Using Artificial Neural Network Methodology	365
Ayşegül BANI, Ayşe Sarımeşeli PAÇACI, Mehmet YUCEER	
The Comparison of Different Types EEG Signals	370
Duygu KAYA, Mustafa TURK	
Market Basket Analysis Using R Programming Language and Apriori Algorithm	375
Furkan ÖZTEMİZ, Serdar Ethem HAMAMCI	
Comparison in Turkey Electricity Consumption Estimate Using the Feedback and Feedforward Artificial Neural Networks and ANFIS Model	380
Hasan SÖYLER, Oktay KIZILKAYA, Eda FENDOĞLU, Mustafa GÖKÇE	
Measurmenet and Analysis of Electromagnetic Field caused by New Generation Communication Technology at a Spesific Location	386
Taha ETEM, Teymuraz ABBASOV	
The Investigation of the Academic Structures of Universities in Turkey via Correspondence Analysis	390
Özel SEBETCİ, Gökhan AKSU, Ali TEMURTAŞ, Mehmet Taha ESER	
An Application for Retrieving Data from Web Pages in a DB Like Manner	396
Kenan İNCE	
Analyzing Tendency of Academic Growth in Turkey	400
Kenan İNCE	

Feature Analysis of Time and Frequency Domain for Automatic Modulation Classification	404
Ahmet GÜNER, Ömer Faruk ALÇİN, Mehmet ÜSTÜNDAĞ	
Information Security on Smart Grids	409
Gökhan SATILMIŞ, Asım KAYGUSUZ	
Profiling Users and Predicting Comfort Levels Using ANN	413
Uygar GÜNEŞ, Övünç ELBİR, Murat ÖZBAYOĞLU	
The System of Identification by Frequency and K-Means for Virtual Material Used in Education of Mentally Disorders	419
Cansu AKYÜREK, Ahmet Anıl MÜNGEN	
Quad Motif-Based Social Influence Analyse in Instagram	423
Ahmet Anıl MÜNGEN, Mehmet KAYA	
A Palmprint Authentication System Improved by Stereo Camera	429
Özkan BİNGÖL, Murat EKİNCİ	
News Clustering Using Linked Data Resources and Their Relationships	435
Mehmet Mert YÜCESAN, Erdoğan DOĞDU	
Detection of Aflatoxin Signature with Hyperspectral Imaging	441
Musa ATAŞ, Yahya DOĞAN	
Classification of Siirt and Antep Pistachio nuts based on Computer Vision	446
Yahya DOĞAN, Musa ATAŞ	
Route Optimization for Unmanned Aerial Systems	451
Hicran YILMAZ, Şengül DOĞAN, Erhan AKBAL, Gonca Özmen KOCA	
Smart Systems which can be Used in Smart City as Malatya	456
Mehmet Burak PEKTEKİN, Asım KAYGUSUZ	
Automatic Yield Estimation System for Apricot	461
Mahdi Hatami VARJOVI, Muhammed Fatih TALU	
Prediction of Electricity Generation with Unlicensed Solar Energy Using Grey GM(1,1) Method	467
Muhammed İLKUÇAR, Ahmet ÇİFCİ	
Hash Based Mobile One Time Password	472
Selman YAKUT, Ahmet Bedri ÖZER	
Comparision of Automatic and Interactive Segmentatition Methods	477
Serdar ALASU, Muhammed Fatih TALU	
Comparing Algorithms of The Mycobacterium Tuberculosis (bacillus) Detection	481
Zehra BOZDAĞ, Muhammed Fatih TALU	

An Alignment Algorithm for DNA Sequences Using Quality Information Deniz TANIR	485
A New Data Collection Model for Information Extraction from Web Click Logs Özkan CANAY, Ümit KOCABIÇAK	489
Designing a Software Agent for Data Acquisition from Web Sites Which Require Authentication Özkan CANAY	493
AI based Solutions for Software Defined Network: Pre-Analysis Muhammet Fatih AKBAŞ, Enis KARAARSLAN, Cengiz GÜNGÖR	496
Development of Engagement Algorithm for Real Time Strategy Games Using Decision Trees Mehmed Oğuz Şen, Esat Avşar, Mehmet Hikmet Demirci	502
Investigation Clustering Talent of Fuzzy Clustering Method and Classical Methods Sara ALTUN, M.Fatih TALU	509
A Novel Image Steganography Approach Using Chinese Remainder Theorem and Least Muhammet BAYKARA, Resul DAŞ, Gurkan TUNA	516
Automated Recognition of Obstructive Sleep Apnoea Syndrome From ECG-Derived Respiration Signals Abdulnasır YILDIZ, Mustafa POYRAZ, Mehmet AKIN	522
Image Based Air Surplus Coefficient for Automatic Feed Coal Burners Gaussian Model Sedat GOLGİYAZ, Muhammed Fatih TALU, Cem ONAT	528
Local Receptive Fields Extreme Learning Machine for Apricot Leaf Recognition Berna ARI, Abdulkadir ŞENGÜR, Ali ARI	532
Single Image Super Resolution via Multi Patches Muzaffer ASLAN, Abdulkadir ŞENGÜR, Ümit BUDAK	536
EMG Signal Classification Based on Artificial Neural Network Furkan AYZAZ, Ali ARI, Davut HANBAY	544
Analysis of Public Awareness about Textile Recycling by Using Data Mining Techniques Duygu KANPAKOĞLU, Murat KARABATAK	551
Definition of Subcommunity In Social Networks and Identify Common Individual Esra KARADENİZ, Ali KARCI	556
Examination of Data Security and Computing System for Hybrid (Cloud and Volunteer) Global Computing Emrah DÖNMEZ, Adnan Fatih KOCAMAZ, Ali KARCI	561

A Study Based on Gray Level Co-Occurrence Matrix and Neural Network Community for Determination of Hypoxic Fetuses	569
Zafer CÖMERT, Adnan Fatih KOCAMAZ	
Evaluation Stiffness Matrix of Variable Cross-Section Members Using Tree Model M5p Algorithm	574
Yaşar AYAZ	
Integrated Data Analysis for Water and Sewerage Administrations	580
Fatih OKUMUŞ, Adnan Fatih KOCAMAZ, Yusuf KOCAMAN	
AUTHOR INDEX	584

Evrimsel Algoritma Tabanlı Algılayıcı Düğüm Dağıtımı

Evolutionary Algorithm Based Sensor Node Deployment

Sibel Birtane¹

¹Bilgisayar Programcılığı Bölümü,
İstanbul Arel Üniversitesi, Sefaköy, İstanbul, Türkiye
sibelbirtane@arel.edu.tr

Özgür Koray Şahingöz²

²Bilgisayar Mühendisliği Bölümü,
Hava Harp Okulu, Yeşilyurt, İstanbul, Türkiye
sahingoz@hho.edu.tr

Özet— Kablosuz algılayıcı ağ sistemleri, algılayıcı teknolojisi ve kablosuz iletişimdeki gelişmeler ile gündemde olan ve birçok alanda uygulanabilen bir ağ teknolojisidir. Ortama dağıtılan algılayıcı düğümler ile ilgili ortamlardan kolektif bir şekilde bilgi toplanabilmekte ve değerlendirilebilmektedir. Ayrıca alınan bilgilere göre gerektiğinde ortam üzerinde değişiklikler yapılabilmektedir. Sistemin verimi, çalıştığı ortamın iyi kapsanmasına ve bu alan üzerinde mümkün olduğunca az kontrol edilmeyen alan bırakılmasına bağlıdır. Bu bildiride, evrimsel algoritmalar tabanlı algılayıcı düğümlerin dağıtımı ile birbiriyle iletişim halinde olan ve maksimum kapsama alanı sağlayan kablosuz algılayıcı ağ oluşturma hedeflenmiştir.

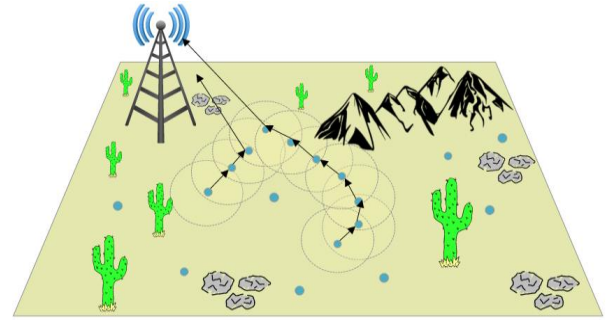
Anahtar Kelimeler — Kablosuz Algılayıcı Ağlar, Algılayıcı düğüm, Kapsama Alanı, Genetik Algoritma.

Abstract — Nowadays, wireless sensor network is quite popular network technology which can be applied in many different application areas. The information can be collected from the environment with sensors which are distributed to environment and can be evaluated. Also, the environment can be changed based on the collected information when necessary. System's efficiency depends to the sensors well covered on work environment and uncontrolled as little as possible on this area. In this paper, evolutionary algorithm based sensor node deployment is aimed by a communication mechanism with other nodes to provide maximum coverage to create wireless sensor network.

Keywords — Wireless Sensor Networks, Sensor Node, Coverage, Genetic Algorithm.

I. GİRİŞ

Dağıtık ortamlardaki hareketlilik, ses, ışık, titreşim, sıcaklık, nem, basınç gibi fiziksel ya da çevresel koşulları kolektif bir şekilde izlemek için düşük fiyatlı ve az enerji harcayan algılayıcılar kullanılan “Kablosuz Algılayıcı Ağ (KAA)” teknolojisi kullanılmaktadır. Kablosuz ortamda birbirine bağlanmış ve birbirleriyle bilgi alışverişi yapan, ağı oluşturan bu algılayıcılar topladıkları verileri Şekil 1’de görüldüğü gibi daha güçlü ve yetenekli olan başka veri toplama merkezine iletirler. Bu sayede KAA’lar, bilgiye her an ve her yerden kolayca erişilmesini sağlayarak zeki bir gözlem ortamı sunarlar. Bu özelliği sebebiyle öncelikli kullanımı askeri uygulamalar ile başlamışsa da; günümüzde endüstriyel, sağlık, ekolojik inceleme, akademik araştırmalar ve birçok sivil uygulama alanlarında da kullanılmaktadır.



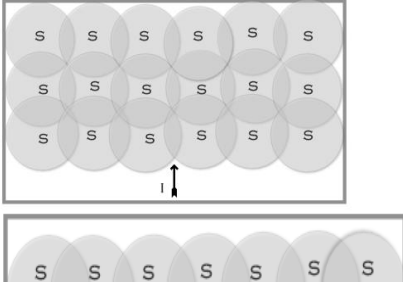
Şekil 1. Kablosuz Algılayıcı Ağ Mimarisi

KAA, diğer ağlara göre farklılık göstermektedir. En belirgin özellikleri; diğer kablosuz ağlarda veri gönderme veya alma şeklinde tek taraflı iletişim yapılır iken, KAA’da çift taraflı iletişim söz konusudur. Aynı zamanda veri üretme veya işleme haricinde veriyi yönlendirme gibi işlevi de bulunmaktadır. Bu sebeple KAA’lar, diğer ağlara göre Akıllı Ağ sınıfına girmektedir.

Ağı oluşturan her algılayıcı düğüm, kablosuz iletişim ve sinyal işleme yeteneğine sahiptir. Her düğümün kısıtlı hafıza, güç ve iletişim kaynaklarına sahip olması sebebiyle, geniş bir alanda uygulama gerçekleştirebilmek için çok sayıda algılayıcı düğüme ihtiyaç vardır. Çok sayıda algılayıcı kullanımı, uygulama alanında hareket eden bir nesnenin hızını, yönünü, boyutunu ve diğer özelliklerini tek bir algılayıcıya göre daha yüksek bir doğrulukta tespit edilmesini sağlar. Ancak bu durum KAA’nın toplam maliyeti açısından sıkıntı teşkil etmektedir [1, 2].

Kablosuz algılayıcı ağ gerçekleştirmede; gerek donanım, gerekse uygulama tasarımı ve iletişim protokolleri açısından çeşitli zorlukları vardır. Bunlar;

- KAA’nın yaşam ömrü bu sistemlerin tasarımı ve en önemli husustur. Algılayıcı üzerindeki pil verimli bir şekilde kullanılmalıdır. Çünkü çoğu zaman algılayıcıların pillerini değiştirmek ve şarj etmek mümkün olmamaktadır. Bu nedenle ağ tasarımı, algılayıcıların pil ömrünü uzatan tasarım ve protokollerin kullanılması gerekmektedir.
- Algılayıcılar arasındaki bağlantılı bir haberleşme ortamının sağlanması ve zeki veri toplama sisteminin kurulması da oldukça karmaşık bir işlemdir. Çok



sayıda algılayıcı düğümün olduğu bir ağda tıkanma ve çarpışmalar olabilmektedir. Bunu önlemek için birbirine yakın algılayıcılar eşzamanlı iletişim yapmaması gerekmektedir.

- Diğer bir zorluk ise, hareketli yapıdan ötürü algılayıcı düğümlerin topolojisinin sıklıkla değişmesi ve bu cihazların bozulmaya yatkın cihazlar olmalarıdır.

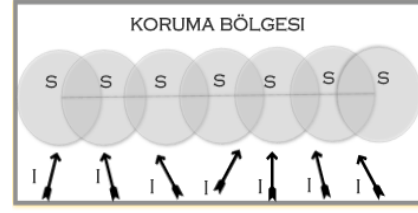
Verimli bir KAA sistemi geliştirmek için yukarıdaki kısıtları göz önüne alarak, sistemin çalışacağı ortamın mümkün olduğunca fazla alanının sahip olunan düğüm çerçevesinde kapsanabilmesi önemlidir. Burada sadece en yüksek kapsama alanı değil aynı zamanda en az sayıda algılayıcı düğümünde kullanılması gerekmektedir. Bu oldukça karmaşık bir eniyileme problemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Literatürde bu alanda farklı çözüm teknikleri bulunmaktadır. Bu çalışmamızda bu kapsama alanı en iyileme probleminin bir evrimsel algoritma olan genetik algoritma yaklaşımı ile çözülmesi için bir model önerilmiştir. Bu çalışmada, en az sayıda algılayıcı aktif tutularak, enerjinin verimli kullanılması ve maksimum kapsama alanı sağlanarak gerekli verilerin toplanması hedeflenmektedir.

Bildirinin kalan kısmı şu şekilde yapılandırılmıştır. Bir sonraki bölümde kapsama alanı probleminin tanımı yapılmış ve farklı kapsama alanı modelleri incelenmiştir. Sonraki bölümde ilgili problemin çözülmesi için genetik algoritma yardımı ile nasıl bir yaklaşım sergileneceği izah edilmiştir. Son Bölümde sonuç ve öneriler verilmektedir.

II. KAPSAMA ALANI

Tek bir algılayıcı düğümün kapsama alanı farklı şekillerde formülize edilmektedir. İleriki çalışmalarımızda bunun detayları verilecektir. Normalde bir kapsama alanı içerisindeki bir olayın algılanması olasılıksal bir süreçtir. Ancak bu çalışmamızda bir algılayıcı düğümün kapsama alanının dairesel bir alan olduğu, fiziksel çevre koşullarından etkilenmediği öngörülmüştür. Bir düğümün kapsama alanı Şekil 2’de görüldüğü gibi dairesel bir alandır ve bir düğüm başka bir düğümün kapsama alanı içerisinde ise o düğümle haberleşebilmektedir.

KAA’larda optimal kaynak yönetimi, güvenilirlik ve kapsama alanı servis kalitesi açısından en önemli gereksinimlerdir. Kapsama alanı, KAA’nın etkin olduğu ve veri toplayabildiği bölge olarak tanımlanır. Algılayıcılar tarafından kapsama alanı ne kadar büyükse ağın veri toplama kalitesi de o kadar artmaktadır.

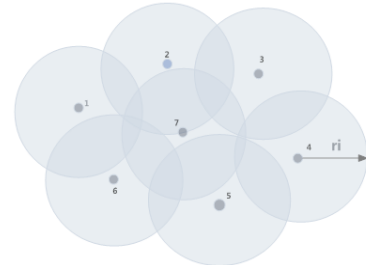


Kapsama alanı problemi tanımı şu şekildedir. Bir A alanı içerisinde $i=\{1, 2, \dots, n\}$ olmak üzere (x_i, y_i) koordinatları ile tanımlanmış $S=\{S_1, S_2, \dots, S_n\}$ algılayıcı kümesi verilmektedir. Her bir algılayıcının menzili de r_i (algılayıcı merkezinden r_i kadar uzak noktayı algılayabilmekte), (x, y) konumunda bulunan bir algılayıcının kapsama alanı ise Cr_i ile tanımlanmaktadır.

$$Cr_i = \begin{cases} 1, & D(S_i, O_j) \leq r_i \\ 0, & D(S_i, O_j) > r_i \end{cases} \quad (1)$$

Bir algılayıcının bir nesneyi (O_j) algılama durumu Denklem (1)’de görüldüğü gibi algılayıcı ile nesne arasındaki mesafenin (D), algılayıcının menziline küçük veya büyük olmasına göre değişmektedir. Aradaki mesafe küçük veya eşit ise nesne kapsama alanındadır, aksi durumda ise nesneyi algılayamamaktadır. Çok sayıda algılayıcı kullanılarak oluşturulan KAA’da ise ağda yer alan tüm düğümlerin kapsayacakları maksimum alan Denklem (2) ile formüle edilmektedir [3-5].

$$Maks.Cr_i = \left(\bigcup_{i=1}^n Cr_i(x_i, y_i) \cap A \right) \quad (2)$$



Şekil 2. Kapsama alanı

Ancak KAA’da yer alan her düğümün birbiri ile haberleşerek minimum düğüm sayısı ile maksimum alanı kapsamaları gerekmektedir. Aksi takdirde, düğümler Şekil 2’de görüldüğü üzere aynı alanlar üzerinden veri alarak hem veri boyutunu artırır, hem de gereksiz enerji harcamış olurlar. KAA’larda maliyeti azaltmak ve kapsama alanını arttırmak amacıyla kapsama alanı artırma stratejileri kullanılmaktadır [5-7].

A. Battaniye Kapsama Alanı

KAA’da yer alan tüm algılayıcıların bağlantısallığını (connectivity) koruyarak Şekil 3.a’da görüldüğü gibi ağın

kapsama alanını maksimize etme amaçlı statik düğüm yerleştirme yöntemidir. Bu yöntemdeki amaç görev alanının maksimum seviyede kapsanmasıdır. Düğümlerin sabit olduğu ortamlar gözönüne alınmaktadır. İlgili düğümler arasındaki haberleşme yönlendirme protokollerine uygun olarak farklı şekillerde sağlanmaktadır.

B. Bariyer Kapsama Alanı

Algılayıcıların oluşturdukları Şekil 3.b'de görülen bariyer boyunca, nereden geldiği bilinmeyen tehditlerin tespitini arttırmayı amaçlayarak düğümlerin statik yerleştirilme şeklindedir. Bir sınır bölgesinin kontrolü gibi görevlerde kullanılmaktadır. Kontrol alanına girecek olaylar (events) hareketli olacak ve tespit edildikleri nokta itibarı ile müdahale edilmesi amaçlanmaktadır.

C. Süpürme Kapsama Alanı

Algılayıcıların Şekil 3.c'de görüldüğü üzere kapsama alanı içerisinde yer alan hareketli tehditleri izleyerek algılama oranını maksimize etmeyi ve hassas bir kapsama alanı amaçlayan yöntemdir. Daha çok gözetim uygulamalarında kullanılır. Arama kurtarma faaliyetlerinde kullanmak adına önemlidir. Örneğin İnsansız Hava Araçlarından oluşan bir sürü ile belirli bir bölgenin taranarak, bu bölgedeki nesnenin aranması için değerlendirilebilecektir. Önemli olan bu arama faaliyeti sırasında kontrol edilen bölge içerisinde bir boşluk meydana getirmemektir.

KAA'larda kapsama alanı arttırmak ve enerjiyi etkin kullanmak amacıyla evrimsel ve matematiksel teorilerin yer aldığı birçok çalışma yapılmıştır [3-10].

Bu çalışmada, KAA kurmak için kullanılan algılayıcılar ile maksimum kapsama alanı sağlamak için evrimsel algoritma tabanlı algılayıcı dağıtımı ele alınmıştır. Kapsama alanı için, battaniye kapsama alanı yöntemi seçilirken; algılayıcı dağıtımı için, evrimsel algoritmaların en çok çalışılan ve en çok kullanılan optimizasyon yöntemi olan genetik algoritma (GA) kullanılması önerilmektedir.

III. GENETİK ALGORİTMA İLE ÇÖZÜM ÖNERİSİ

Genetik Algoritma (GA), bir problemin çözüm olasılıklarının doğal genetik varyasyon ve doğal seçim ilkelerinden esinlenilerek oluşturulmuş bir arama ve optimizasyon yöntemidir [5, 6].

GA ile bir probleme ait çözüm kümesi oluşturabilmek için kullanılan evrimsel mekanizmalar; popülasyonun kötü özellikleri yok edilerek, iyi özelliklerinden daha iyi özelliklere ulaşılmasını sağlar. Popülasyon kromozomlardan oluşan kümedir. GA'larda kromozomlar, problem için olası çözümleri temsil ederler. Her nesil oluşturulurken, çaprazlama ve mutasyon gibi genetik operatörler kullanarak yeni bir popülasyon oluşturulur. Belirlenen iterasyon sayısı sonunda, popülasyon daha iyi uygunluk değerine sahip üyeleri içerir. Bu yöntem, Darwin'in rastsal mutasyona ve doğal seçime dayanan evrim modellerine benzemektedir [3, 4].

Kolay geliştirilebilir yapısı, en iyi çözüme hızlı yakınsayabilme özelliği, paralel geliştirmeye uygun

modellemesi sebebi ile GA'lar. Gerçek dünyada çok sayıda problemin çözümünde aktif olarak kullanılmaktadır. Evrimsel algoritmaların yapısı gereği bu geniş arama uzayındaki amaç en iyi çözümü bulmak değil, kabul edilebilir çözümler üretmektir. Bu sayede kısıtlı zaman dilimi içerisinde yerel en iyi olarak adlandırılan bir çözüm önerisine ulaşılabilir.

Bu çalışmada genetik algoritma kullanılmasının temel amacı, düğüm dağıtımı sonrasında düğümler arasında kalan boşlukları kaldırarak en az sayıda algılayıcı ile Şekil 3'te görüldüğü gibi düğümler arası bağlantı ve maksimum kapsama alanı sağlamaktır.

Algoritma 1'de önerilen GA algoritmasının sözde kodu gösterilmektedir. KAA kurulmak istenen bir alanda r yarıçaplı, aynı özelliklere sahip n sayıda algılayıcının (S) rastgele dağıtıldığını varsayalım. Bu algılayıcıların kapsama alanlarını maksimize etmek amacıyla GA basamakları uygulanır. Bu sayede gözlenmek istenen alanda en az sayıda algılayıcı periyodik olarak aktif tutularak kapsama alanı artırılırken, bir yandan da enerji tasarrufu sağlanır.

Algoritma 1: Genetik Algoritma

begin:

Alanın En ve boy ölçüleri belirlenir.

$S_i \leftarrow$ Algılayıcı numarası

$r \leftarrow$ Algılayıcının algılama yarıçapı

$O_j \leftarrow$ Hedef

Algılayıcıların kapsama alanları hesaplanır.

Kromozom ve kuşak sayısı belirlenir.

Kromozomlar rasgele olarak dağıtılır.

while (iterasyon < kuşak sayısı)

Her kromozomun uygunluğu hesaplanır.

Kromozomlar uygunluk değerlerine göre sıralanır ve ebeveyn seçimi yapılır.

Kromozomlara çaprazlama operatörü uygulanır.

Kromozomlara mutasyon operatörü uygulanır.

end

En iyi kromozom çözüm olarak alınır.

end (function)

A. Kromozom Yapısı

GA ile problem çözümünün ilk basamağı popülasyonu oluşturacak, kromozomların oluşturulmasıdır. Bu GA'nın modellenmesindeki en kritik basamak olarak gösterilebilir. Çünkü üretilen çözüm bu şekildeki bir çözüm önerisinin nasıl kodlanacağı ile yakından ilgilidir.

Bu problem içinde kromozom oluşturma işlemi, ağda yer alan algılayıcıların aktiflik durumlarına göre periyodların tanımlanmasıdır. Her kromozomun uzunluğu, eni ve boyu belirlenen alanda bulunması gereken algılayıcı sayısı kadardır. Kromozomdaki genin 1 olması o algılayıcının aktif, 0 olması ise algılayıcının pasif olduğunu gösterir. Kromozom dizilimi, Şekil 4'te görüldüğü gibi parçalı kromozom yapısı ile gösterilmektedir.



1	0	1	1	0	1	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---

Şekil 4. Kromozom yapısı

Bu çalışmada GA, algılayıcıların yerleşimiyle ilgilendiği için, iki boyutlu bir alanda yer alan algılayıcıların koordinatları $S_i(x_i, y_i)$ şeklinde tutulmaktadır. Ayrıca en, boy ölçüsü belirlenen bir alanda KAA kurmak için gerekli olan en az algılayıcı sayısı Denklem (3) ile hesaplanmaktadır [4].

$$\text{Algılayıcı sayısı} = (x * y) / (\pi * r^2) \quad (3)$$

Örneğin, ölçüleri 40m'ye 40m olan bir alanda, her algılayıcının algılama yarıçapının 6m olduğu varsayılırsa; bu alan içerisinde KAA kurmak için 15 tane algılayıcıya ihtiyaç var olduğu öngörülmektedir. İleriki çalışmalar içerisinde bu sayısında daha optimum belirlenmesi için ek yöntemler araştırılacaktır.

B. Uygunluk Fonksiyonu

Uygunluk fonksiyonu, çözümlerin kalitesini göstermektedir. Uygunluk fonksiyonu formülasyonu, her problemin özelliklerine göre değişiklik gösterir. Bu çalışmada uygunluk fonksiyonunun amacı, KAA'nın kapsama alanını arttırmak için en uygun kromozomun seçilmesini sağlamaktır. Uygunluk fonksiyonu bir çözüm önerisinin kapsadığı toplam alan olarak düşünülmektedir. Neticede problemdeki amaç maksimum kapsama alanı olduğundan uygunluk fonksiyonu bu şekilde belirlenmiştir.

$$F(S_i) = \begin{cases} F(S_i) + 1, D(S_i, O_j) \leq r \\ \wedge O_j \notin \{S_c, F(S/i)\} \\ F(S/i), \text{diğer} \end{cases} \quad (4)$$

Denklem (4)'te verilen uygunluk fonksiyonu ile her kromozomun birbirinden bağımsız kapsama oranları tanımlanmaktadır. Bulunan uygunluk fonksiyonu, algılayıcının kapsadığı diğer algılayıcıların kapsamadığı hedef sayısını vermektedir. Uygunluk fonksiyonunun bu özelliği düğümlerin kendi aralarında örtüşen alanlarını önleyerek, her düğümün farklı bir alanı kapsayacak şekilde dağıtılmasına zorlar. $F(S_i)$; Hareketli düğümün uygunluk fonksiyonunu, S_c ; başlangıçta dağıtılan hareketsiz düğüm kapsamasını ve $F(S/i)$ ise; i . düğüm dışında, herhangi bir düğümün kapsama değerini göstermektedir [4].

C. Ebeveyn Seçim

Yeni kromozomların üretilebilmesi için başlangıç popülasyonundan iki ebeveyn kromozomun seçilmesi ve bu ebeveyn kromozomların çaprazlanarak yeni bireylerin oluşturulması gerekmektedir. Popülasyonda yer alan kromozomlardan hangilerinin ebeveyn olarak seçileceği ile ilgili çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Bu yöntemlerden en çok kullanılanları rulet tekeri, rütbe sıralama ve turnuva şeklindedir [3, 4]. Ebeveynlerin en iyilerin seçilme olasılığını artıracak şekilde yapılandırılması gerekmektedir. Ancak bunu

yaparken de popülasyondaki diğer bireylerinde seçilme olasılığını göz önünde bulundurmak gerekmektedir.

Bu nedenle bu çalışmada, uygunluk değeri daha yüksek olan kromozomların seçilme olasılığını arttırmak adına rütbe sıralama seçilimi tercih edilmiştir. Denklem (5)'te ise, bir sonraki neslin üretilmesi için en uygun kromozomların seçilmesi amacıyla, her düğümün uygunluk fonksiyonu ve hedeflerin toplam sayısının oranı bulunur. Buna uygunluk oranı denilmektedir. [4].

$$\text{Uygunluk Oranı} = \left(\frac{F(S_i)}{\sum O_j} \right) \% \quad (5)$$

D. Çaprazlama

Çaprazlama işlemi, uygunluk fonksiyonu yüksek olan kromozomların farklı bölümlerini birleştirerek daha iyi çözümler elde etmeyi amaçlamaktadır. Literatürde farklı çaprazlama teknikleri kullanılmaktadır. Bunlardan hangisinin seçileceği kromozom yapısına ve işlem sırasında harcanması istenen süre sınırı ile ilgilidir.

Çalışmada, ebeveyn olarak seçilen kromozomlar üzerinde rastgele tek bir nokta belirlenerek, bu noktadan önceki bölümü ilk ebeveyn, sonraki bölümü ise diğer ebeveyn olarak yeni bir birey oluşturulur. Her bir çaprazlamada tek bir bireyin üretilmesi amaçlanmakta olup, yeni birey üretimi için yeni ebeveyn seçimi ve çaprazlaması gerekmektedir. Çaprazlama işlemi sonucunda üretilen çözüm önerisinin tutarlı olmasına dikkat edilmesi gerekmektedir. Çözüm önerisi olmayacak öneriler elenmelidir.

E. Mutasyon

Mutasyon, popülasyonda genetik çeşitliliği sağlamak için kullanılmaktadır. Çaprazlama sonucu oluşan yeni kromozomların genlerinden bir ya da birkaç tanesi rastgele olarak değiştirilerek yeni kromozomlar elde edilmesi amaçlanmaktadır. Mutasyonun amacı, çaprazlama sonucu elde edilen yeni çözümlerin önceki çözümü kopyalamasını önleyerek, çeşitliliği sağlamak ve sonuca daha hızlı ulaşmaktır.

Yapı gereği her çözüm önerisine mutasyon uygulanması pek tercih edilmeyen bir yaklaşımdır. Genelde belirli bir oran belirlenerek bu oran dahilinde çözüm önerileri mutasyona uğratılmaktadır.

F. Sonlandırma Kriteri

Genetik Algoritma kullanan en iyileme çözümlerinde problemin türüne göre farklı sonlandırma kriterleri kullanılmaktadır. Genelde çalıştırılan iterasyon sayısı, çalışma zamanı ve hedeflenen değere yakınsama kısmı göz önüne alınmaktadır. Bu çalışmada sonlandırma kriteri, kapsama alanının istenen orana ulaşması olarak belirlenmiştir.

IV. SONUÇLAR

Bu çalışmada KAA'larda algılayıcı düğümlerin kapsama alanı problemleri üzerinde durulmuştur. Algılayıcılar arası kapsama alanı boşluklarını azaltmak ve görev sahasında boş yer bırakmayacak veya mümkün olduğunca az boş yer

bırakacak şekilde düğümlerin dağıtılması amaçlanmaktadır. Bu problemin çözümü için, bir eniyileme yaklaşımı dâhilinde GA ile bir çözüm önerisi sunulmuştur. Kapsama alanı olarak, battaniye kapsama alanı modeli seçilmiş olup en az sayıda algılayıcıyı en iyi şekilde konumlandırarak maksimum kapsama alanı elde edilmesi hedeflenmektedir.

Bahse konu çalışma halen devam eden bir çalışma olup, önümüzdeki günlerde bu çalışmanın gerçekleştirilmesi yapılacak ve karşılaştırmalı sonuçları sunulacaktır. Geliştirilen sistemin [11] de bahsedildiği gibi bir arazi üzerinde uygun şekilde yerleştirilmesi ve bu arazi üzerinde maksimum kapsama alanının elde edilmesi amaçlanmaktadır.

V. KAYNAKÇA

- [1] I.F. Akyildiz, T. Melodia, and K.R. Chowdhury, "A survey on wireless multimedia sensor networks," *Computer networks*, 51(4), pp. 921-960, 2007.
- [2] C. Eris, M. Saimler, V.C. Gungor, E. Fadel and I.F. Akyildiz, "Lifetime analysis of wireless sensor nodes in different smart grid environments," *Wireless Networks*, 20(7), pp. 2053-206, 2014.
- [3] Y. Yoon, K. Yong-Hyuk, "An efficient genetic algorithm for maximum coverage deployment in wireless sensor networks," *Cybernetics, IEEE Transactions on* 43.5, pp. 1473-1483, 2013.
- [4] O. Banimelhem, M. Moad and A. Walid, "Genetic algorithm based node deployment in hybrid wireless sensor networks," *Communications and Network* 2013.
- [5] Y. Wang, Y. Zhang, J. Liu, and R. Bhandari, "Coverage, Connectivity, and Deployment in Wireless Sensor Networks," In *Recent Development in Wireless Sensor and Ad-hoc Networks*, pp. 25-44, 2015.
- [6] A. Ghosh, S.K. Das, "Coverage and connectivity issues in wireless sensor networks: A survey." *Pervasive and Mobile Computing* 4.3, pp. 303-334, 2008.
- [7] B. Wang, "Coverage problems in sensor networks: A survey." *ACM Computing Surveys (CSUR)* 43.4, 32, 2011.
- [8] F. Santoso, "Sub-optimal decentralised control algorithms for blanket and k-barrier coverage in autonomous robotic wireless sensor networks," *Communications, IET* 4.17, pp. 2041-2057, 2010.
- [9] R. Patil, "Deployment algorithms in WSN-A study." *Advance Computing Conference (IACC)*, 2015 IEEE International. IEEE, 2015.
- [10] A. Ghosh, S.K. Das, "Coverage and connectivity issues in wireless sensor networks," *Mobile, wireless, and sensor networks: Technology, applications, and future directions*, pp. 221-256, 2006.
- [11] O.K. Sahingoz, "Multi-Level Dynamic Key Management for Scalable Wireless Sensor Networks with UAV," *Lecture Notes in Electrical Engineering*, Vol. 214, pp. 11-19, 2013.

Doküman dili tanıma için yeni bir öznitelik çıkarım yaklaşımı: Yerel benzerlik örüntüler

(A new feature extraction approach for identification document language: Local similarity patterns)

Yılmaz KAYA

Siirt University, Computer Engineering Department Siirt, Turkey
yilmazkaya1977@gmail.com

Özet - Bir metnin içeriğine göre yazıldığı dili belirleme işlemine Dil tanıma(DT) olarak ifade edilir. Bu çalışmada, DT için dokümanlardan öznitelik çıkaran yeni bir yaklaşım, bir boyutlu yerel benzerlik örüntüler (1B-YBÖ) önerilmiştir. Farklı makine öğrenmesi yöntemler kullanılarak iki veri seti için YBÖ ile elde edilen öznitelikler ile sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Sınıflandırma başarıları sırası ile %88.88 ve %86.52 başarı oranları elde edilmiştir. Bu sınıflandırma sonuçlarına göre önerilen yaklaşımın DT için önemli öznitelikler sağladığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: metin tabanlı dil tanıma, yerel benzerlik örüntüler, öznitelik çıkarımı

Abstract— Language identification (LI) is the process of determining the language from a given content. In this paper, a new approach that extract features from documents, one dimensional local similarity pattern (1D-LSP), was proposed. Features that obtained from documents for two datasets by using 1D-LSP classified with different machine learning methods. The identification accuracies reached up to %, 88.88% and 86.52%, respectively. According to obtained classification results it has been shown that the proposed approach provides significant attributes for LI.

Index Terms— language identification based text, local similarity pattern, feature extraction

Giriş

Metin tabanlı dil tanıma (DT), bir belgenin içeriğine göre Türkçe, Almanca, Fransızca gibi herhangi bir dil ile yazıldığının tespit sürecidir [1,2]. Günümüzde DT, metin veya ses verileri kullanılmaktadır [3,4]. DT için yapılan çalışmaların büyük bir kısmı dilbilim veya istatistiksel yaklaşımlardır. Dilbilim metotlar, bir dile ait özel kelimeleri veya karakterleri arayan yaklaşımlardır. İstatistiksel metotlar ise metni oluşturan sözcük veya karakter sıklık dağılımları ile karar veren metotlardır. İstatistiksel yaklaşımlar dilleri matematiksel olarak modelleyen ancak dilbilimsel yöntemlere göre yeteri başarı sağlamayan yaklaşımlardır. DT'nin performansı dokümana ait kelime veya karakterlerden elde edilen özniteliklere bağlıdır [5]. Genellikle karakterlerden elde edilen öznitelikleri kullanan çalışmalar kelimelerden elde edilen

bilgileri kullanarak yapılan çalışmalardan daha başarılıdır [5]. DT için özel karakterler, kısa kelimeler [6], n-gram ve ASCII veya Unicode frekans dağılımları gibi öznitelik çıkarım yaklaşımları kullanılmaktadır [7]. Literatüre bakıldığında n-gram yönteminin DT için öznitelik çıkarım yöntemi olarak yaygın bir şekilde kullanıldığı görülmektedir. Ancak n-gram yöntemi ile öznitelik uzayının büyümesinden dolayı işlem karmaşıklığı gibi sorunlar oluşturmaktadır [8]. DT'da elde edilen öznitelikler kullanılarak makine öğrenmesi veya istatistiksel metotlar ile tanıma işlemleri gerçekleştirilmektedir [9,10,11]. Bu çalışmada, karakterlerin unikod değerlerinin karşılaştırmaları sonucu elde edilen bilgileri kullanan bir boyutlu yerel benzerlik örüntüler (1B-YBÖ) olarak isimlendirilen yeni bir öznitelik çıkarım yöntemi geliştirilmiştir. Geliştirilen metotta öncelikle metin içindeki tüm karakterlerin unikodları bulunur. Daha sonra elde edilen unikod değerleri komşuları ile karşılaştırılarak; eşit olması durumunda bir(1) farklı olması durumlarında ise sıfır(0) değeri kodlanarak ikili bir string(dizge) elde edilmektedir. Her karakter için elde edilen bu ikili string ifadelerin onlu karşılıkları karakterlerin yeni değerleri olarak atanmaktadır. Bu şekilde yapılan dönüşüm ile elde edilen yeni değerler YBÖ işaretlerini oluşturur. Bu işaretlere ait histogram sınıflandırıcı metotlar için öznitelikler olarak değerlendirilir. Çalışmada 1B-YBÖ ile elde edilen öznitelikler kullanılarak iki farklı veri seti ile önerilen yöntem için test işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Veri setleri

Bu çalışmada önerdiğimiz yöntemi test etmek 2 farklı veri kümesi kullanıldı. (1)-Birinci veri kümesi için öncelikle bilgisayar, insanlık, aşk, barış, mutluluk, kanser, spor, uzay, para, teknoloji vs. gibi kelimeler ile ilgili toplam 99 doküman Türkçe Wikipedia'dan toplanmıştır. Sonraki aşamada bu dokümanlar Google çeviri sistemi ile 12 farklı dile çevrildi. Toplamda 1287 metin elde edilmiş olundu. (2)-İkinci veri seti bir kıyaslama seti olup toplamda 28 dile ait toplamda 2560 dokümandan oluşmaktadır.

Yöntem

Geliştirilen 1B-Yerel Benzerlik Örüntüler Yöntemi

Bu çalışmada önerdiğimiz 1B-YBÖ yöntemi, görüntü işlemede kullanılan yerel ikili örüntüler(YİÖ) metodundan geliştirilmiştir. YİÖ metodu görüntülerden öznitelikler çıkarmak için kullanılır. 1B-YBÖ yöntemi ise metinlerden öznitelikler elde etmek için geliştirilmiştir. Bu yöntemde metin içindeki karakterlerin dizilimini bir sinyal olarak kabul etmektedir. Bu sinyal üzerindeki her karakterin unikod değerini belirli sayıda komşuları ile karşılaştırmalar sonucu elde edilen bilgileri kullanır. Bu çalışmada komşu sayısı $P=8$ olarak alınmıştır. Karakterlerin unikod değerlerin karşılaştırılması aşağıdaki eşitliğe göre yapılmaktadır [12,13].

$$f = P_i - P_c$$

$$YBÖ(x) = \sum_{i=0}^P isaret(f)2^{i-1} \quad (1)$$

$$isaret = \begin{cases} 1, & f = 0 \\ 0, & f < 0 \end{cases}$$

Burada P_c ve P_i sırasıyla ele alınan değer ve bu değer etrafındaki komşuları belirtir.

1B-YBÖ_p metodunda P parametresi ele alınan noktanın sağından ve solundan alınacak toplam komşu sayısını belirtir. 1B-YBÖ, karakter unikod sinyali üzerindeki her değeri kendi komşuları ile karşılaştırılarak ikili bir dizge elde edilir. Sinyal üzerindeki her değer sağından $P/2$ ve solundan $P/2$ toplamda P kadar komşu alınır. Şekil 1'de bir sinyal parçası için bir örnek verilmiştir. Örneğin $P=8$ olması durumunda her nokta için (P_c) solundan 4 değer (P_0, P_1, P_2, P_3) ve sonrasında 4 değer (P_4, P_5, P_6, P_7) alınmıştır.

P_0	P_1	P_2	P_3	P_c	P_4	P_5	P_6	P_7
114	111	97	99	104	102	111	114	108

Şekil 1. Sinyal üzerindeki örnek bir nokta ve komşuları.

Şekil 1'de görüldüğü gibi merkez değer ile (P_c) kendi P kadar komşuları $P=\{P_0, P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7\}$ ile eşitlik 1'e göre karşılaştırılıp ikili dizge elde edilir. Karşılaştırma

yapıldığında P_i değeri P_c 'ye eşit olması durumunda bir(1), diğer farklı durumlarda sıfır(0) olarak kodlanır. Bu durum Şekil 2'de gösterilmiştir. Bu karşılaştırmalar sonucunda 1B-YBÖ kodu oluşur.

P_0	P_1	P_2	P_3	P_c	P_4	P_5	P_6	P_7
1	1	0	0	240	1	0	0	0

Şekil 2. P_c 'nin P_i ile karşılaştırılması

Elde edilen ikili kodların onlu karşılıkları P_c noktasının yeni değeri olarak alınır. Bu değer merkez noktanın etrafındaki yerel bilgileri ifade eder. Yukarıda belirtilen aşamalar metin içindeki tüm karakterler için gerçekleştirilir. Bu dönüşümlerden sonra YBÖ sinyali elde edilir. Bu sinyal üzerindeki değerler 0-255 arasında değişim gösterir. Her değerın sıklık değeri bir örüntüyü ifade eder. Örüntü sayısı

komşu sayısına göre değişiklik gösterir. Örneğin $P=8$ olması durumunda $2^8=256$ öznitelik elde edilir.

Önerilen Metot

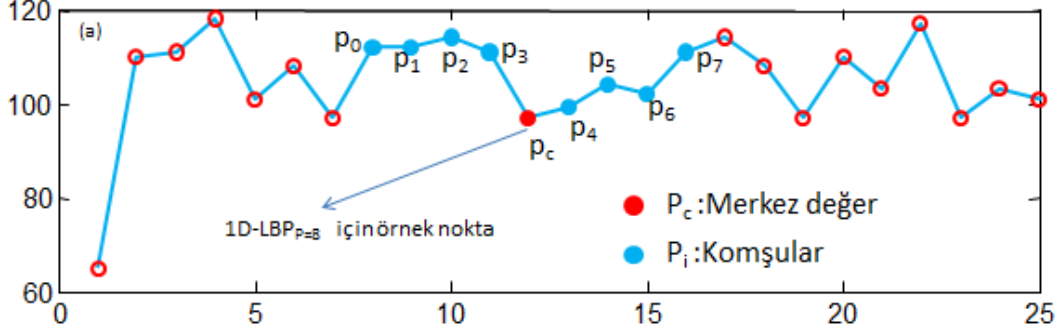
Çalışmada DT için yeni bir yaklaşım geliştirilmiştir. Bu yaklaşım bir dokümanın karakter seviyesindeki bilgilerini kullanan istatistiksel bir metottur. DT için önerilen aşamalar Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3: Önerilen yaklaşıma ait aşamalar.

Blok 1: Bu aşamada doküman içindeki boşluklar, noktalama işaretleri gibi özel karakterler silinir. Daha sonra geriye kalan metnin unikodları bulunur. Karakterin karşılık geldiği bir boyutlu sinyal elde edilmiş olunur. **Blok 2:** Elde edilen sinyal 1B-YBÖ metodu ile YBÖ sinyaline dönüştürülür. Bu yeni işarete ait değerler [0, 255] arasında değişim gösterir. Her

değerin sıklığı bir öznitelik belirtir. **Blok 3:** Bu aşamada YBÖ sinyaline ait histogram çıkarılır. Histogram üzerindeki her değer bir örüntü veya öznitelik olarak değerlendirilir. **Blok 4:** Sınıflandırma aşamasıdır. Farklı makine öğrenmesi yöntemler kullanılarak sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. 10 katlı çapraz geçerlilik testi kullanılmıştır.



Şekil 4: Mesaja ait örnek bir işaret bölümü

Deneyisel Sonuçlar

Bu bildiride DT için dokümandaki karakterlerin UTF-8 değerlerini kullanan yeni bir metot geliştirilmiştir. Önerilen $1B - YBÖ_P$ ile elde edilen özellikler kullanılarak elde edilen başarı oranları Tablo 1'de verilmiştir. Tablo 1'e bakıldığında önerilen metot ile yüksek sınıflandırma başarıları elde edilmiştir. İlk veri seti için en yüksek tanıma başarısı %88.89, ikinci veri seti için ise %86.52 olarak elde edilmiştir. Yüksek başarı oranları LR ile gözlenmiştir. Birinci veri setindeki yüksek başarı oranı bu veri setindeki daha az dil sayısı ve doküman sayısının veri setine göre daha az olmasından kaynaklanmıştır.

Tablo 1: Veri seti 1 için başarı oranları

Veri Seti	NaiveBayes	SVM	FT	RF	LR
Veri seti 1	87.1018	84.7708	87.1795	86.1694	88.8889
Veri Seti 2	86.3672	85.8593	84.2578	84.5390	86.5234

Birinci veri setine ait duyarlılık, kesinlik ve f-ölçütü performans ölçütleri tablo 2'de verilmiştir. Tabloya bakıldığında Türkçe ve Rusça dillerin diğer dillerden ayrıştığı görülmektedir. Bu dillere ait tüm dokümanlar doğru sınıflandırılmıştır. En düşük başarı oranı İngilizce için elde edilmiştir.

Tablo 2: $1B - YBÖ_{P=8}$ ile veri seti 1 için performans değerleri

Dil	Duyarlılık	Kesinlik	F-Ölçütü
Çince	0,961	0,990	0,975
Felemenkçe	0,897	0,879	0,888
Almanca	0,804	0,788	0,796
İtalyanca	0,845	0,879	0,861
Japonca	0,990	0,960	0,974
Portekizce	0,878	0,798	0,836
Rusça	1,000	1,000	1,000
Slovakça	0,961	0,990	0,975
İspanyolca	0,833	0,859	0,846
İsveççe	0,788	0,788	0,788
Türkçe	1,000	1,000	1,000
Fransızca	0,864	0,899	0,881
İngilizce	0,735	0,727	0,731
Ortalama	0,889	0,889	0,889

Sonuç

Bu makalede, metin tabanlı dil tanıma için yeni bir metot geliştirilmiştir. Önerilen 1B-YBÖ yöntemi, metin içindeki karakterlerin unikod değerlerinin kendi aralarındaki karşılaştırmalar sonucu elde edilen bilgileri kullanmaktadır. Çalışmada iki farklı veri seti için denemeler gerçekleştirilmiş bu farklı veri setleri için elde edilen dil tanıma başarı oranları %88.88 ve % 86.52 olarak elde edilmiştir. Sonuçlara bakıldığında önerilen yöntemin dil tanıma için önemli öznitelikler sağladığı görülmektedir. Önerilen yöntemi diğer farklı metin madenciliği alanlarda kullanılabileceği düşünülmektedir.

References

- [1] Suzuki, I., Mikami, Y., Ohsato, A., and Chubachi, Y. 2002. A language and character set determination

- method based on N-gram statistics. *ACM Transactions on Asian Language Information Processing (TALIP)*, 1(3): 269-278.
- [2] Li, H., Ma, B., and Lee, C. H. 2007. A vector space modeling approach to spoken language identification. *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*, 15(1): 271-284.
- [3] Takçı, H. and Ekinçi, E. 2012. Minimal feature set in language identification and finding suitable classification method with it, *Procedia Technology*, 1: 444 – 448
- [4] Selamat, A., and Ng, C. C. 2011. Arabic script web page language identifications using decision tree neural networks. *Pattern Recognition*, 44(1): 133-144.
- [5] Xafopoulos, A., Kotropoulos, C., Almpandis, G., and Pitas, I. 2004. Language identification in web documents using discrete HMMs. *Pattern recognition*, 37(3): 583-594.
- [6] Takçı, H., and Soğukpınar, İ. 2004. Centroid-based language identification using letter feature set. In *Computational Linguistics and Intelligent Text Processing*(pp. 640-648). Springer Berlin Heidelberg.
- [7] Ahmed, B., Cha, S. H., and Tappert, C. 2004. Language identification from text using n-gram based cumulative frequency addition. *Proceedings of Student/Faculty Research Day, CSIS, Pace University*, 12-1.
- [8] Jiang, C., Coenen, F., Sanderson, R., and Zito, M. 2010. Text classification using graph mining-based feature extraction. *Knowledge-Based Systems*, 23(4): 302-308.
- [9] Li, Q., and Chen, Y. P. 2010. Personalized text snippet extraction using statistical language models. *Pattern Recognition*, 43(1): 378-386.
- [10] Song, Y., Dai, L., and Wang, R. 2009. An automatic language identification method based on subspace analysis. In *Multimedia and Expo, 2009. ICME 2009. IEEE International Conference on* (pp. 598-601). IEEE.
- [11] Botha, G. R., and Barnard, E. 2012. Factors that affect the accuracy of text-based language identification. *Computer Speech & Language*, 26(5): 307-320.
- [12] Kaya, Y., Uyar, M., Tekin, R., and Yıldırım, S. 2014. 1D-local binary pattern based feature extraction for classification of epileptic EEG signals. *Applied Mathematics and Computation*, 243: 209-219.
- [13] Kaya, Y., Ertuğrul, Ö.F., Tekin, R., 2015, Doküman dili tanıma için ikili örüntüler tabanlı yeni bir yaklaşım, *Akademik Bilişim*, 5-6 Şubat, Eskişehir

Tuz ve Biber Gürültüsünü Gidermek İçin Dört Yönlü Ortalama Süzgeç

Pelin Altınışık

Uçak Bakım ve Onarımı Bölümü
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Samsun, Türkiye
pelintoy@omu.edu.tr

Erhan Ergün

Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Samsun, Türkiye
erhan.ergun@bil.omu.edu.tr

Özetçe—Bu çalışmada, görüntülerdeki tuz ve biber gürültüsünü gidermek için kullanılabilecek bir görüntü süzgeci önerilmektedir. Bu süzgeç, dört yönlü ortalama süzgeç (DYOS) olarak adlandırılmaktadır. DYOS, tuz ve biber gürültülü Lena görüntülerine uygulanmaktadır. Süzgecin başarımı, ortanca süzgeç (OS) çeşitleriyle karşılaştırılmaktadır. Görsel ve nicel olarak elde edilen karşılaştırma sonuçlarına göre; önerilen süzgecin, diğer süzgeçlerden daha başarılı olduğu görülmektedir.

Anahtar Kelimeler — Görüntü işleme, tuz ve biber gürültüsü, gürültü süzgeçleme.

Abstract— In this study, a image filter is proposed in order to remove the salt and pepper noise in images. This filter is four directional average filter (FDAF). FDAF is applied to noisy Lena images. The success of FDAF is compared types of median filter (MF). According to the results of the comparison obtained as visually and quantitatively, it is stated that proposed filter is more succesful than other filters.

Index Terms— Image processing, salt and pepper noise, noise filtering.

I. GİRİŞ

Gürültü, sayısal bilgilerin elde edilmesi aşamasında ortamdan, aletlerden ve kişilerden kaynaklanan, işareti bozucu etkilerdir. Gürültü; görüntüyü elde ederken, kopyalarken, tarayıcıdan geçirirken, iletirken, depolarken oluşabilmektedir. Örneğin; görüntü elde edilirken, algılayıcı merceğindeki toz, gürültü oluşturabilmektedir. Eğer; görüntü, bir fotoğraftan taranıyorsa resimdeki bir zarar, gürültü oluşturabilmektedir veya tarayıcının kendisi gürültü oluşturabilmektedir [1].

Tuz ve biber gürültüsü; görüntü algılayıcısındaki piksel elemanları normal çalışmadığında, algılayıcı gürültüsü, ölçüm hatası, kuvvetli elektromanyetik alan, atmosferik olaylar nedeniyle oluşan dalgalanmalar veya veri iletiminde hatalar oluştuğunda meydana gelmektedir [2]. Gürültülü görüntüde siyah ve beyaz pikseller var olduğu için bu tür gürültü, "tuz ve biber gürültüsü" olarak adlandırılmaktadır. Tuz ve biber gürültüsü, görüntüdeki bazı piksel değerlerinin, görüntünün sahip olabileceği alt ve üst sınır değerlerle değiştirilmesiyle oluşmaktadır [3]. Pikselin kaç bitle ifade edildiğine göre; biber gürültüsü en küçük, tuz gürültüsü en büyük gri seviye değerine sahiptir. Pikselleri 8 bitle temsil edilen bir görüntüde biber

gürültüsünün gri seviye değeri 0, tuz gürültüsünün gri seviye değeri 255'tir.

Tuz ve biber gürültüsü, önemli gürültü türlerinden birisidir [4]. Görüntü verisinin elde edilmesi, iletimi ve işlenmesi sırasında tuz ve biber gürültüsüyle bozulması, görüntü işlemede sık karşılaşılan bir sorundur [5].

Tuz ve biber gürültüsünü gidermede, klasik yöntem olarak, ortanca süzgeç (OS) kullanılmaktadır. Bu süzgeç yönteminde, görüntüde belirlenen pencerenin küçükten büyüğe doğru sıralanmış piksellerinin ortasındaki değer, ortanca değer olarak hesaplanmaktadır. OS, ortanca değerle süzgeç penceresindeki merkez pikselin değerini değiştirmektedir. Ancak, %20 ve üzeri tuz ve biber gürültüsü yoğunluğuna sahip görüntülere OS uygulandığında, gürültü tamamen yok olmamaktadır. Bu çalışmada; gürültüyü yok etmek için, OS' ye göre daha iyi sonuçlar veren bir süzgeç önerilmektedir. Bu süzgeç, dört yönlü ortalama süzgeç (DYOS) olarak adlandırılmaktadır.

Süzgeç başarımlarını nicel olarak değerlendirmek için (1) eşitliğiyle verilen ortalama karesel hata (OKH) ölçütünden yararlanılmaktadır [6]. I ve J, görüntüdeki satır ve sütun sayılarıdır. $i=1,2,\dots,I$, $j=1,2,\dots,J$ olmak üzere $y[i,j]$ ve $\hat{y}[i,j]$, sırasıyla asıl görüntü matrisi ve süzgeçleme sonucu oluşan görüntü matrisindeki piksel değerleridir.

$$OKH = \frac{1}{IJ} \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (y[i,j] - \hat{y}[i,j])^2 \quad (1)$$

II. DÖRT YÖNLÜ ORTALAMA SÜZGEÇ

DYOS, görüntüyü oluşturan alt görüntülerdeki piksel değerleri arasında tutarlılık olduğu düşünülerek geliştirilmiştir. Bozuk pikselin yatay, düşey ve köşegen komşularının (0 ve 255 hariç) gri seviye değerlerinin yerel ortalamalarıyla elde edilen genel ortalama, gürültülü pikselin yeni değeridir.

Alt görüntü matrislerindeki piksel değerleri arasındaki sayısal yakınlıktan ve gürültülü (0 ve 255 değerli) piksellerin süzgeç algoritmasına katılmamasından dolayı; gürültü pikselinin yeni değeri, gürültüden fazla etkilenmeden hesaplanabilmektedir. Alt görüntü matrislerinde yerel ortalamalar bulunurken 0 ve 255 değerli gürültü piksellerinin işleme dahil edilmemesi, süzgeç verimini artırmaktadır. Çünkü,

gürültü pikselinin yeni değeri bulunurken alt görüntü matrisindeki sağlam piksellerden faydalanılmaktadır. 0 ve 255 değerlerinin, işlem sonucunu olumsuz yönde etkilemesi önlenmektedir. Böylece, önerilen yöntem DYOS' nin başarımı yüksek olmaktadır.

$W(x,y)$, merkezi (x,y) koordinatlı $(2k+1) \times (2k+1)$ boyutlu kare bir pencere ve $q(x,y)$, penceredeki pikseller olsun. Görüntü üzerinde kaydırılan bu pencerenin dört alt penceresi, $W_1(x,y)$, $W_2(x,y)$, $W_3(x,y)$ ve $W_4(x,y)$ ' dir. Her bir alt penceredeki pikseller (merkez piksel hariç) (2)' deki eşitliklerle ifade edilmektedir.

$$\begin{aligned} W_1(x,y) &= q(x,y+j), \\ W_2(x,y) &= q(x+j,y+j), \\ W_3(x,y) &= q(x+j,y), \\ W_4(x,y) &= q(x+j,y-j), \quad -k \leq j \leq k, j \neq 0 \end{aligned} \quad (2)$$

DYOS çıkışı $y(i,j)$, (3) ile verilmektedir.

$$y(i,j) = \frac{\sum_{m=1}^M \frac{\sum_j W_m(x,y)}{a_m}}{M} \quad -k \leq j \leq k, j \neq 0 \quad (3)$$

$W_m(x,y)$, alt penceredeki piksellerdir. a_m , alt pencerelerdeki gürültü olmayan piksellerin sayısıdır. M , en az bir tane sağlam piksele sahip alt pencere sayısıdır.

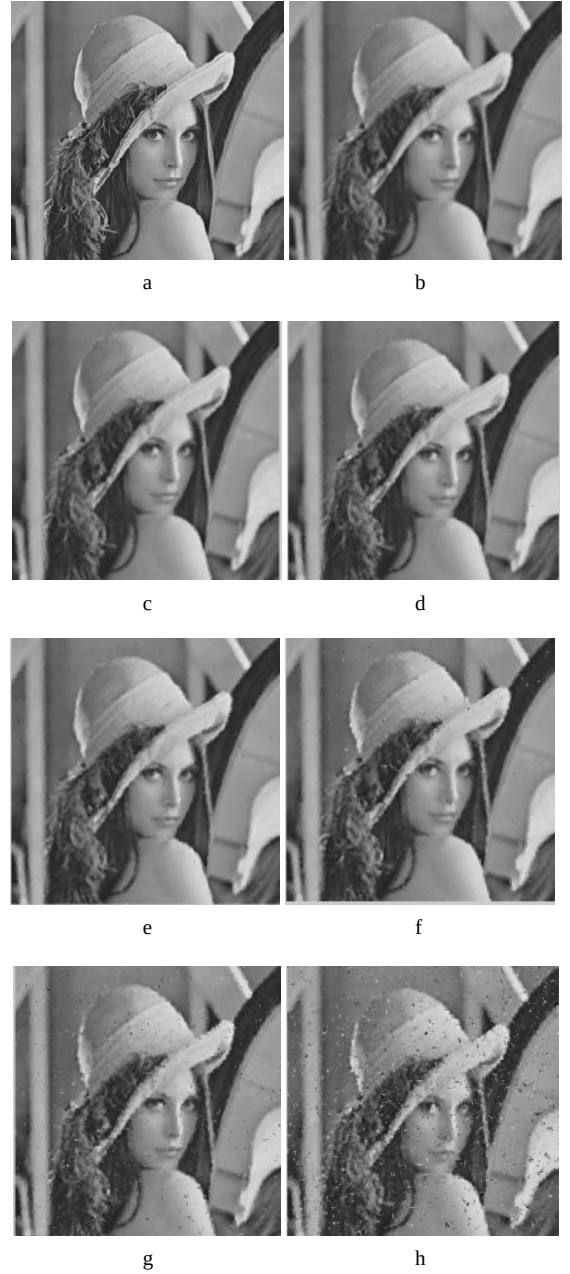
Küçük boyutlu alt görüntülerde sayısal yakınlığın daha yüksek olması sebebiyle, bu çalışmadaki uygulamalarda $k=1$ alınmakta ve 3×3 piksel boyutlu pencereler kullanılmaktadır. Gürültü yoğunluğunun fazla olduğu durumlarda, 3×3 piksel boyutlu pencerede yonteme tabi tutulacak sağlam piksel bulunamayabilmektedir. Bu durumda, bir üst boyuttaki kare biçimli alt görüntü matrisi kullanılmaktadır. Böylelikle 5×5 piksel boyutlu alt penceredeki sağlam pikseller yardımıyla gürültü pikselinin yeni değeri bulunmaktadır.

III. BULGULAR

DYOS, %10, %20, ..., %70 oranında tuz ve biber gürültüsüyle bozulmuş Lena görüntülerine uygulanmıştır. Şekil 1' deki süzgeçleme sonuçları, DYOS' nin olumlu sonuçlar verdiğini göstermektedir.

%10, %20, ..., %70 yoğunluğunda tuz ve biber gürültülü Lena görüntülerine, OS ve DYOS uygulandığında elde edilen OKH değerleri, Tablo 1' de karşılaştırılmaktadır.

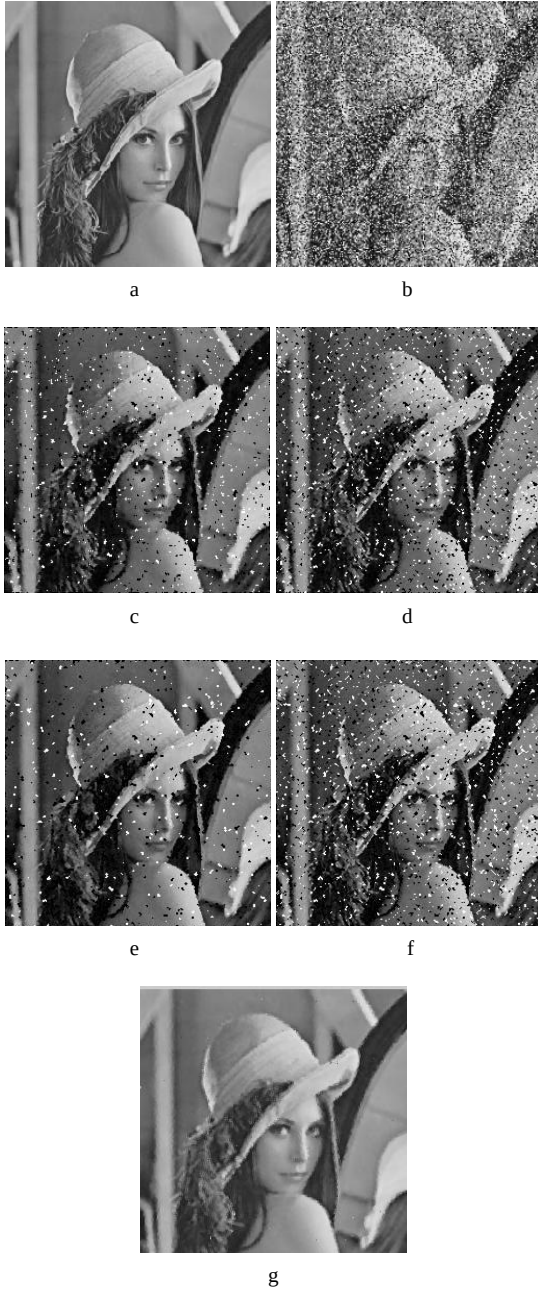
Tablo 1' de görüldüğü üzere, %20 yoğunluktan fazla tuz ve biber gürültüsüne sahip görüntülerde OS, iyi sonuç vermemesine rağmen; DYOS ile elde edilen düşük OKH değerleri dikkat çekmektedir. %20 yoğunluktan fazla tuz ve biber gürültüsüne sahip görüntüler için DYOS' nin, OS' ye göre başarımı yüksektir.



Şekil 1. a) Asıl Lena görüntüsü ve farklı yoğunluklu tuz ve biber gürültülü görüntülere uygulanmış DYOS sonuçları b) %10 c) %20 d) %30 e) %40 f) %50 g) %60 h) %70

TABLE I. LENA TEST GÖRÜNTÜSÜ İÇİN FARKLI GÜRÜLTÜ YOĞUNLUKLARINDA OS VE DYOS' YE İLİŞKİN OKH DEĞERLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Gürültü	OS	DYOS
%10	88.25	122.85
%20	179.66	129.12
%30	409.74	134.98
%40	1002.38	150.71
%50	2102.71	182.75
%60	3844.5	260.16
%70	6526.2	452.37



Şekil 2. a) Asıl Lena görüntüsü görüntüsü b) %40 tuz ve biber gürültülü görüntü c) OS d) MAOS e) ÜDOS f) ÇDOS g) DYOS sonuçları

TABLO II. %40 TUZ VE BIBER GÜRÜLTÜLÜ LENA TEST GÖRÜNTÜSÜNE İLİŞKİN; ÖNERİLEN VE KARŞILAŞTIRILAN SÜZGEÇLER İÇİN HESAPLANAN OKH DEĞERLERİ

Süzgeç Türü	OKH
OS	1002.38
MAOS	1730.31
ÜDOS	1795.06
ÇDOS	3875.15
DYOS	150.71

Ayrıca, DYOS ile literatürde tuz ve biber gürültüsünü gidermek için OS temel alınarak geliştirilmiş birkaç süzgecin başarımları görsel ve nicel olarak karşılaştırılmaktadır. Bu süzgeçlerden biri olan merkez ağırlıklı ortanca süzgeç (MAOS) ile merkez pikselin ağırlığı artırılarak ağırlık katsayısı kadar yinleme yapıp ortanca bulunmaktadır [7]. Ayrıca üç durumlu ortanca süzgeç (ÜDOS), çıkış olarak birim süzgeç, OS ve MAOS çıkışlarını kullanmaktadır [8]. Çok durumlu ortanca süzgeç (ÇDOS), birim süzgeç, OS ve farklı merkez ağırlıklarına sahip birden fazla MAOS içermektedir [9]. %40 oranında tuz ve biber gürültülü Lena görüntüsüne uygulanan DYOS, OS, MAOS, ÜDOS ve ÇDOS' ye ilişkin süzgeçleme sonuçları Şekil 2' de gösterilmektedir.

Şekil 2'de; DYOS hariç, diğer süzgeçlerle elde edilen görüntülerde, gürültünün tamamen yok olmadığı görülmektedir. Çünkü, karşılaştırma süzgeçlerinde süzgeç penceresindeki tüm pikseller işleme alınmaktadır. Yönteme dahil edilen gürültü pikselleri karşılaştırma süzgeçlerinin verimlerini azaltmaktadır. Özellikle yoğun gürültü içeren görüntülere uygulanan karşılaştırma süzgeçlerinin çıkışları, gürültüden arınmadan elde edilmektedir. Önerilen süzgeçteyse 0 ve 255 değerli gürültü pikselleri algoritmaya dahil edilmediği için çıkış, bozuk piksellerden etkilanmeden hesaplanmaktadır.

DYOS, OS, MAOS, ÜDOS ve ÇDOS' nin başarımları Tablo 2' de sayısal olarak karşılaştırılmaktadır.

IV. SONUÇLAR

Önerilen DYOS yönteminin temeli, literatürden elde edilen bilgiler doğrultusunda süzgeç verimini artırmaya yöneliktir. Hesapsal ve görsel çalışmalar da bu temelin doğru oluşturulduğunu göstermektedir. Yapılan süzgeçlemelerde, DYOS' nin OKH değeri, diğer süzgeç türlerinininkine göre küçük hesaplanmaktadır. Görsellik bakımından da diğer süzgeçlerden çok daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. Bu sebeple; tuz ve biber gürültüsü gidermek için DYOS' yi kullanmak, avantajlı olmaktadır.

KAYNAKÇA

- [1] P. Altınışık ve H. Sezgin, "Tuz ve biber gürültüsünü gidermek için şartlı dört yönlü ortalama süzgeç uygulaması," İTUSEM İletişim Teknolojileri Ulusal Sempozyumu, p. 83, 2009.
- [2] P. Çivicioğlu ve M. Alçı, "Removal of random-valued impulsive noise from corrupted image," IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol. 55, pp. 2097-2104, November 2009.
- [3] A. Baştürk, "Esnek Hesaplamaya Dayalı Yöntemler ile Sayısal İmgelerde Gürültü Giderimi ve İmge İyileştirme," Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006.
- [4] R. C. Gonzalez ve R. E. Woods, Digital Image Processing. New Jersey: Prentice Hall, 2002.
- [5] E. Beşdok, M. Alçı ve P. Çivicioğlu, "Using fast backpropagation algorithms for impulsive noise reduction from highly distorted images," IEEE International Midwest Symposium on Circuits and Systems, Egypt, p. 940, 2003.
- [6] Z. Cui ve Z. Gan, "Simple and effective image quality assessment based on edge enhanced mean square error," Sixth International Conference on Wireless Communications and Signal Processing China, p. 1, 2014.

- [7] S. J. Ko ve Y. H. Lee, "Center weighted median filters and their applications to image enhancement," IEEE Transactions Circuits and Systems, vol. 38, pp. 984-993, September 1991.
- [8] T. Chen, K. K. Ma ve L. H. Chen, "Tri-state median filter for image denoising," IEEE International Conferenece on Acoustics, Speech and Signal Processing, p. 1834, 2000.
- [9] T. Chen ve H. R. Wu, "Impulse noise removal by multi-state median filtering," IEEE Transactions on Image Processing, vol. 8, pp. 1834-1838, December 1999.

Reklam içerikli SMSlerin filtrelemesi için çok ölçekli halka ikili örüntüler tabanlı yeni bir yaklaşım

(Multi-scale ringed binary patterns for automatic SMS Spam Filtering)

Yılmaz Kaya

Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
Siirt Üniversitesi
Siirt, Türkiye
yilmazkaya1977@gmail.com

Ömer Faruk Ertuğrul

Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü
Batman Üniversitesi
Batman, Türkiye
omerfarukertugrul@gmail.com

Özet— Kısa mesaj servisi (SMS) yoğun olarak kullanılan bir mobil haberleşme yöntemidir. İstenmeyen reklam içerikli SMSler mobil kullanıcıların karşılaştığı en önemli problemlerden biri olduğu halde henüz bu tip SMSlerin otomatik olarak filtrelenebileceği etkin bir yöntem geliştirilememiştir. Bu sebeple yaygın olarak kullanılan görüntü işleme yöntemlerinden olan yerel ikili örüntüler metodu baz alınarak istenmeyen reklam içerikli SMSlerin ayrıştırılması amacıyla halkalı bir boyutlu yerel ikili örüntüler (H-1B-YİÖ) yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntemde karakterlerin UTF-8 değerlerinin değişimleri temel alınarak elde edilmiş özellikler yapay öğrenme metotları ile sınıflandırılmış ve SMSler reklam içerikli SMS veya normal SMS olarak %93,65 doğruluk oranıyla ayrıştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar geliştirilen metodun başarılı olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler— Reklam içerikli SMS tespiti, halkalı bir boyutlu ikili örüntüler, öznitelik çıkarımı

Abstract— Short message service (SMS) is one of the most intense mobile communication methods. Although spam SMS is one of the most critical problems of mobile communication users, any effective automatic Spam SMS filtering method has not been proposed yet. Therefore, in this study, ring one-dimensional local binary patterns was proposed based on the local binary patterns (LBP), which is a popular image processing method. In this method, the features that were extracted based on the change in the UTF-8 values of the characters were classified by machine learning methods and the achieved accuracy of classifying Spam and normal SMS was 93.65%. Obtained results showed that the proposed approach can be successfully employed in Spam SMS filtering.

Index Terms— SMS spam filtering, ringed binary patterns, feature extraction

I. GİRİŞ

Yaygın olarak kullanılan SMS haberleşmesinde reklam içerikli istenmeyen mesajlar ciddi bir sorun teşkil etmektedir [1, 2]. İstenmeyen mesajların filtrelenmesi sadece kullanıcıların mesajın içeriğini değerlendirmeleri için geçen süre değil aynı zamanda Chen ve ark. belirttikleri gibi kablosuz iletişim

bandını işgal etmesi açısından da önemlidir [3]. Gün geçtikçe artan reklam içerikli istenmeyen mesajları azaltmak için çıkarılan yasalara rağmen bu sorun tam anlamıyla aşılamamıştır. Bu tip SMSleri tanımak ve filtrelemek için de SMS içerisindeki karakter veya kelime frekanslarından elde edilmiş özelliklerin makine öğrenmesi yöntemleri kullanan yöntemler önerilmiştir [4 - 6].

Yapılan bu çalışmalar da göstermiştir ki, SMSlerden reklam içerikli SMSlerin başarıyla ayırt edilmesine olanak verecek özniteliklerin çıkarımı filtrelemenin başarısıyla doğrudan ilişkilidir. Bu çalışmada da bu amaçla istenmeyen SMSleri filtrelemek için halkalı bir boyutlu yerel ikili örüntüler (H-1B-YİÖ) yönteminin kullanılması önerilmiştir. H-1B-YİÖ SMSlerin içeriğindeki karakterlerin bir araya gelme olasılıklarına dayanan istatistiksel bir yöntemdir. Bu yöntemde SMS içeriğindeki karakterler Unicode değerlerine dönüştürülmekte ve daha sonra her değer kendi komşularıyla karşılaştırılmaktadır. Karşılaştırma sonucu elde edilen ikilik değerlerin onluk karşılığı değerlerin yerine alınmakta ve bu şekilde elde edilen H-1B-YİÖ sinyali ait histogram öznitelik vektörü olarak kullanılmaktadır. Elde edilen öznitelik vektörleri kullanılarak farklı makine öğrenmesi yöntemleri ile reklam içerikli SMSler başarıyla tespit edilmiştir.

II. MATERYAL VE METOT

A. Veri Kümesi

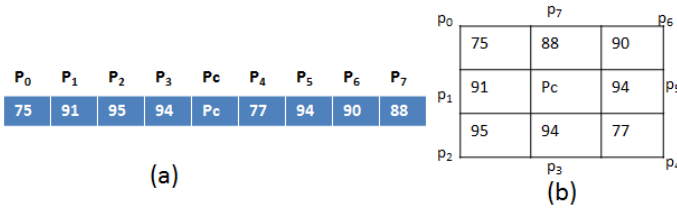
Bu çalışmada Almeida ve ark. tarafından oluşturulmuş reklam içerikli SMS veri kümesi kullanılmıştır [7]. Veri kümesinde reklam içerikli 747 ve normal 4827 olmak üzere toplamda 5574 SMSten oluşmaktadır. Reklam içerikli SMSler tüm veri kümesinin %13,4'ünü oluşturmaktadır.

B. Halkalı yerel ikili örüntüler metodu ile öznitelik çıkarımı

1B-YİÖ yöntemi, görüntülerden öznitelik çıkarımı için kullanılan yerel ikili örüntüler baz alınarak Kaya ve ark. tarafından geliştirilmiştir [8]. Daha sonra EMG ve algılayıcılardan elde edilen sinyallerin ayrıştırılmasında

başarıyla kullanılmıştır [9, 10]. Daha sonra Kaya ve Ertuğrul tarafından metin analizinde ve istenmeyen e-postaların tespitinde kullanılmıştır [11]. Ancak SMSlerin e-postalara oranla çok daha kısa olması ve 1B-YİÖ yönteminde SMSlerin ilk ve son karakterlerinin değerlendirilmemesi sebebiyle H-1B-YİÖ metodu kullanılmıştır. H-1B-YİÖ yönteminde mesaj içindeki her karakterin UTF-8 değerlerin karşılaştırılması sonucu elde edilen ikili örüntüleri kullanılmaktadır.

H-1B-YİÖ yönteminin 8 komşuluklu ($P=8$) bir örneği Şekil 1'de gösterilmiştir. Öncelikle SMS mesajındaki karakterlerin UTF-8 değerleri alınmaktadır. Daha sonra Şekil 1(a)'da görüleceği üzere her bir noktanın (P_c) öncesinde ve sonrasında $P/2$ (4 adet) kadar komşu olmak üzere toplam 8 komşu alınmaktadır ($P=\{P_0, P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7\}$). Bu komşular ise α parametresine göre birbirleri ile karşılaştırılmaktadır (Şekil 1(c)-(d)). Karşılaştırmalar sonucu ($S(P_i-P_j)$) ikili değerler elde edilmektedir. Eğer P_i değeri kendisindeki sonraki komşusundan büyük veya eşit ise 1, diğer durumlarda ise 0 elde edilmektedir. Komşular arasındaki bu şekilde karşılaştırmalar sonucu H-1B-YİÖ kodu elde edilir.



Şekil 1. H-1B-YİÖ yöntemi, (a): örnek sinyal parçası (karakterlerin UTF-8 değerleri), (b): komşu değerler ile halka yapısının oluşturulması, (c)-(d): α parametresine göre farklı örüntülerin aranması

H-1B-YİÖ kodu eşitlik 1 ve 2'ye göre elde edilmekte olup bu kod verilen karakter (P_c) etrafındaki yerel yapısal bir bilgi vermektedir.

$$P_c = \{S(P_0 > P_1), S(P_1 > P_2), S(P_2 > P_3), S(P_3 > P_4), S(P_4 > P_5), S(P_5 > P_6), S(P_6 > P_7), S(P_7 > P_0)\} \quad (1)$$

Burada S karşılaştırmaları ifade etmektedir ve aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$S(P_i > P_j) = \begin{cases} 1 & \text{eğer } P_i > P_j, \\ 0 & \text{eğer } P_i \leq P_j \end{cases} \quad (2)$$

α 'nın 1 ve 2 değerleri için H-1B-YİÖ kodunun hesaplanmasına ait örnekler aşağıda verilmiştir.

$\alpha=1 \Rightarrow P_c = \{S(75 > 91), S(91 > 95), S(95 > 94), S(94 > 77), S(77 > 94), S(94 > 90), S(90 > 88), S(88 > 75)\}$ ve $P_c = \{0, 0, 1, 1, 0, 1, 1, 1\}$ bu durumda $P_c = 55$ olarak elde edilir.

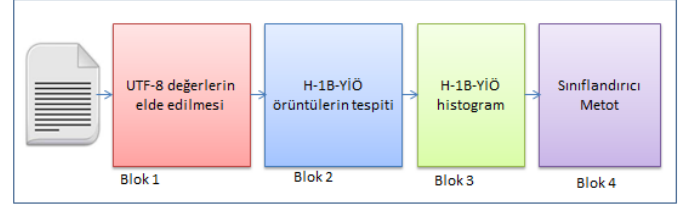
$\alpha=2 \Rightarrow P_c = \{S(75 > 95), S(91 > 94), S(95 > 77), S(94 > 94), S(77 > 90), S(94 > 88), S(90 > 75), S(88 > 91)\}$ ve $P_c = \{0, 0, 1, 0, 0, 1, 1, 0\}$ bu durumda $P_c = 38$ olarak elde edilir.

Örneklerde görüldüğü gibi α parametresine göre aynı nokta (P_c) için birbirinden uzaktaki komşular da karşılaştırılarak

farklı örüntüler elde edilmiştir. Elde edilen P_c değerlerinin histogramları öznitelik olarak sınıflandırma sürecine kullanılmıştır. Özetle H-1B-YİÖ yöntemi P ve α gibi iki (2) parametre kullanarak SMSlerde farklı mikro-makro örüntüler tespit edilebilmektedir.

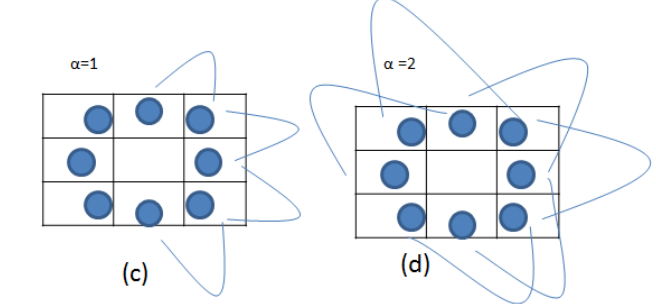
C. Kullanılan Yöntem

Kullanılan yöntem blok diyagram olarak Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2: Önerilen yöntemle ait blok diyagram.

Blok 1: SMSlerin içeriğindeki karakterler Unicode karşılıkları alınmaktadır. Ayrıca boşluk, yeni satır veya noktalama işaretleri gibi özel karakterler de SMS metinlerinden



çıkarılmaktadır. Örneğin: “Ringed one dimensional local binary patterns for SMS spam filtering” SMS metninde önce istenmeyen karakterler atılır ve metnin:

“RingedonedimensionallocalbinarypatternsforSMSspamfiltering” haline gelir. Daha sonra ise kalan karakterlerin Unicode’a dönüşmesi sonucu aşağıdaki sinyal elde edilir.

“82 105 110 103 101 100 32 111 110 101 32 100 105 109 101 110 115 105 111 110 97 108 32 108 111 99 97 108 32 98 105 110 97 114 121 32 112 97 116 116 101 114 110 115 32 102 111 114 32 97 117 116 111 109 97 116 105 99 32 109 117 108 116 105 45 99 108 97 115 115 32 116 101 120 116 32 99 97 116 101 103 111 114 105 122 97 116 105 111 110 32”

Blok 2: Bir önceki blokta elde edilen Unicode sinyalden H-1B-YİÖ metodu ile yerel özellikler elde edilmektedir.

Blok 3: Bu blokta elde edilmiş olan yerel özelliklere ait histogram elde edilmektedir. Bu çalışmada farklı P değerlerinin kullanılan çok ölçekli H-1B-YİÖ metodu kullanıldı. Birbiri ile karşılaştırılacak komşu sayısını belirten P parametresinin değerine göre elde edilecek örüntü sayısı değişmektedir. Örneğin $P=6$ olması durumunda $2^6=64$, $P=8$ olması durumunda $2^8=256$ ve $P=10$ olması durumunda $2^{10}=1024$ örüntü elde

edilmektedir. P değeri ile SMS mesajları içinde gizli örüntülerin daha kolay çıkarılabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada farklı örüntülerin aranması için ayrıca α parametresi de kullanılmıştır.

Blok 4: Elde edilmiş olan histogramlar öznitelik olarak Naive Bayes, Functional trees (FT), BayesNet ve Random Forest metotları ile 10 kat çapraz doğrulama yaklaşımına göre sınıflandırılmıştır.

III. SONUÇLAR

Bu çalışmada H-1B-YİÖ yöntemi kullanılarak etkin mikro-makro örüntülerin tespit edilmesi için en uygun ölçek (α) ve boyutların (P) tespit edilmiştir. Bu sebeple farklı boyut ve ölçekler kullanılarak elde edilen istenmeyen reklam içerikli SMSlerin tespit başarısı Tablo 1'de özetlenmiştir. Sınıflandırma işlemi için açık kaynak kodlu bir yazılım olan WEKA kullanılmıştır (Witten ve Frank, 2005).

TABLO I. FARKLI ÖLÇEKLER İÇİN SINIFLANDIRMA BAŞARI ORANLARI

P	Model	$\alpha=1$	$\alpha=2$	$\alpha=3$	$\alpha=4$
P=6	NB	81.41	81.16	81.63	81.32
	A1DE	88.08	88.26	87.36	88.77
	FLDA	87.28	89.22	85.31	89.33
	RF	92.89	93.32	93.02	93.65
	FT	90.49	91.62	90.96	91.68
	RT	88.33	89.35	89.80	89.80
P=8	NB	81.70	83.37	82.26	81.74
	A1DE	88.20	89.12	90.53	87.08
	FLDA	89.27	90.68	91.53	86.95
	RF	92.45	92.70	93.46	92.92
	FT	90.21	91.09	92.29	90.97
	RT	88.40	88.00	89.37	88.65
P=10	NB	84.89	85.98	87.99	88.12
	A1DE	88.21	89.39	90.69	90.93
	FLDA	86.74	89.04	89.26	89.91
	RF	92.74	92.85	93.10	93.27
	FT	89.57	90.38	91.40	91.22
	RT	88.88	89.57	89.86	90.42

Tablo 1'den de görüleceği üzere P ve α parametrelerine bağlı olarak farklı oranlarda sınıflandırma başarısı elde edilmiş olup en yüksek başarı oranı %93,65 olarak H-1B-YİÖ_{P=6, $\alpha=4$} özniteliklerini kullanarak RF ile elde edilmiştir. En yüksek başarı oranı RF ile elde edilirken reklam

sınıfı için en yüksek performans ölçütleri A1DE ile elde edilmiştir. Daha detaylı sonuçları değerlendirmek amacıyla elde edilen hassasiyet, geri çağırma ve f-değerleri performans ölçütleri Tablo 2'de verilmiştir.

TABLO 2: PERFORMANS DEĞERLERİ

P/ α	SMS Sınıfı	Geri Çağırma	Hassasiyet	F-değeri
P=6 / $\alpha=1$	Reklam içerikli	0,857	0,537	0,660
	Normal SMS	0,885	0,975	0,928
P=8 / $\alpha=4$	Reklam içerikli	0,851	0,513	0,640
	Normal SMS	0,874	0,974	0,921
P=10 / $\alpha=1$	Reklam içerikli	0,803	0,630	0,706
	Normal SMS	0,926	0,968	0,946

Tablo 2'den görüldüğü gibi performans P ve α parametrelerine bağlıdır. P ve α parametreleri ile farklı mikro-makro örüntülerin elde edildiği anlaşılmaktadır. En uygun P ve α değerlerine ise denemeler sonucunda karar verilebilmektedir. Ancak komşu sayısını gösteren P parametresi ise öznitelik boyutuyla üstselsel bir ilişkisi (öznitelik sayısı= 2^P) nedeniyle hesapsal yükü artırmamak için sınıflandırma başarısı göz önüne alınarak dengeli olarak belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada H-1B-YİÖ örüntülerden elde edilen öznitelikler farklı makine öğrenme yöntemleri ile sınıflandırılmış ve SMSlerin boyutları kısa olduğu halde elde edilen yüksek başarı oranları elde edilmiştir. Bu sonucunun en önemli nedeni H-1B-YİÖ yönteminin yerel değişikliklere karşı yüksek hassasiyeti olduğunu düşünmekteyiz. Ayrıca hesapsal kolaylığı önerilen yöntemin bir diğer avantajıdır.

IV. TARTIŞMA

Her geçen gün kullanımı artan SMS haberleşmesi yaygınlaşmasına paralel olarak istenmeyen reklam içerikli SMS oranında da ciddi bir artış bulunmaktadır. Reklam içerikli SMSler mobil haberleşmede işgal ettiği bant genişliği ve kullanıcıları rahatsız etmesi ve zamanlarını gereksiz yere alması gibi nedenlerle engellenmeye çalışılmaktadır. Ancak özellikle kısa boyutu ve çeşitli kısaltmalar içermesi nedeniyle yasal mevzuatlara rağmen bir türlü reklam içerikli SMSlerin filtrelenmesi çözülememiştir. Bu çalışmada daha önce istenmeyen e-postaların tespitinde başarıyla kullanılan 1 boyutlu yerel ikili örüntülerin yeni bir yaklaşımı olan halka 1 boyutlu yerel ikili örüntüler (H-1B-YİÖ) yöntemi kullanılarak elde edilen özellikler çeşitli sınıflandırıcı yöntemleri ile sınıflandırılmıştır. Elde edilen yüksek başarı oranları önerilen yöntemin başarıyla kullanılabileceğini göstermiştir.

REFERENCES

- [1] Su, M. C., Lo, H. H., Hsu, F. H. (2010) A neural tree and its application to spam e-mail detection. Expert Systems with Applications, 37(12):7976-7985.

- [2] Delany, S. J., Buckley, M., Greene, D. (2012). SMS spam filtering: methods and data. *Expert Systems with Applications*, 39(10):9899-9908.
- [3] Chen, L., Yan, Z., Zhang, W., Kantola, R. (2014). TruSMS: A trustworthy SMS spam control system based on trust management. *Future Generation Computer Systems*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.future.2014.06.010>
- [4] Lin, J. L. (2009) Detection of cloaked web spam by using tag-based methods. *Expert Systems with Applications*, 36(4):7493-7499.
- [5] Idris, I., Selamat, A., Omatu, S. (2014) Hybrid email spam detection model with negative selection algorithm and differential evolution. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 28:97-110.
- [6] Guzella, T. S., Caminhas, W. M. (2009) A review of machine learning approaches to spam filtering. *Expert Systems with Applications*, 36(7):10206-10222.
- [7] Almeida, T. A., Gomez Hidalgo, J. M., & Yamakami, A. (2011). In *Proceedings of the 11th ACM Symposium on document engineering*, pp. 259-262.
- [8] Kaya, Y., Uyar, M., Tekin, R., Yıldırım, S. (2014) 1D-local binary pattern based feature extraction for classification of epileptic EEG signals. *Applied Mathematics and Computation*, 243:209-219.
- [9] Ertuğrul, Ö. F., Kaya, Y., Tekin, R. (2015). A novel approach for SEMG signal classification with adaptive local binary patterns. *Medical & Biological Engineering & Computing*, 1-10. DOI: 10.1007/s11517-015-1443-z
- [10] Ertuğrul, Ö. F., Kaya, Y., Tekin, R., Almalı, M. N. (2016) Detection of Parkinson's disease by Shifted 1 Dimension Local Binary Patterns from Gait. *Expert Systems with Applications*. 56:156-163.
- [11] Kaya, Y., Ertuğrul, Ö. F. (2016) A novel approach for spam email detection based on shifted binary patterns. *Security and Communication Networks*, DOI: 10.1002/sec.1412.

Cost Efficient Multi-Source Energy Mixing for Renewable Energy Microgrids by Random Search Optimization

Cemal Keles¹, Baris Baykant Alagoz², Asim Kaygusuz¹, Serkan Alagoz³

¹Department of Electrical-Electronics Engineering, Inonu University, Malatya, Turkey

²Department of Computer Engineering, Inonu University, Malatya, Turkey

³Department of Physics, Inonu University, Malatya, Turkey

cemal.keles@inonu.edu.tr

Abstract— Smart grids require intelligent computation methods for the optimal energy management under demand and generation uncertainty. This study addresses the problem of the estimation of energy mixing rates to provide cost efficient energy management in multi-source renewable energy microgrids. We present a random search algorithm based on stochastic discrete optimization techniques to find out cost efficient energy mixing rates for the multi-pulse width modulation (M-PWM) energy mixers that were proposed for the renewable energy microgrids. In this study, the multi-source renewable energy grid is assumed to include solar energy system, wind energy system, battery system and utility grid connection that applies dynamic energy pricing. Simulation results show that the proposed random search algorithm for energy management can achieve cost efficient energy mixing for the multi-source renewable microgrids under varying energy price conditions of utility grid. We conclude that due to the low computational complexity of the algorithm, the random search method can be utilized for application of the computational intelligence in distributed agent programs that are developed for domestic energy management of future smart grids.

Index Terms—Smart grid, intelligent algorithm, random search algorithm, heuristic optimization, cost efficient energy mixing.

I. INTRODUCTION

Today's electricity grid enabling one-way energy flow has an old construction and technology. Due to decreasing the fossil fuel sources, it is necessary to improve the existing electricity grid and use the alternative energy sources because of the rising energy demand and energy costs. Smart grid as a future's electricity grid is expected to provide sustainability, observability, reliability, controllability and effective energy management by using information, communication, and control technologies for integration of small or large scale distributed energy generation sources and energy storage units into the utility grid [1]. Smart grid applications need artificial intelligence and optimization methods mainly for optimal energy management and dealing with energy balance problems. Implementation of intelligent algorithms are

required for the both wide-area management of grid [2] such as energy market management [3] and energy dispatching management, and the local-area or domestic energy management such as microgrids, smart sites [4] and smart houses [5].

Optimization method developed for intelligent energy management can be categorized in two groups: analytical optimization methods [6-9] and heuristic optimization methods [10-13]. The analytical method requires a complete analytical model of energy management systems. Since the energy system from generation part to consumption part presents high nonlinearity and uncertainty because of the dependence of the whole system on meteorological, sociological and even economical conditions, and high complexity due to large diversity of power system components and acting participants. Therefore, the performance of analytical method can decrease in real applications. In the case of these kinds of complex and complicated problems, the heuristic optimization methods may present some advantages because they are essentially based on set and trial technique and this property reduces the needs for the exact modeling of systems and the solution of complex analytical equations.

In this study, we employed the random search method for cost efficient energy mixing of multi-source renewable energy microgrids. The main advantage of the random search method is the algorithmic simplicity. Hence, it can be implemented in the systems where the low computational complexity is a necessity. For instance, it can be implemented in smart meters as domestic energy management agents in smart grids. The proposed algorithm is designed to work in conjunction with the energy mixer block using the M-PWM technique [14].

A brief description of energy mixing by M-PWM technique, statement of energy cost problem, and application of random search algorithms are presented in Section II. To show results of the algorithm, a simulation example is given for the multi-source renewable energy microgrid management scenario in Section III. The conclusions are discussed in Section IV.

II. METHODOLOGY

A. Energy Mixing with Multi-PWM

Figure 1 depicts a block diagram of optimal microgrid management systems including RESs, utility grid, battery, loads, intelligent algorithms and energy mixer components. In the previous work, the energy mixer block was implemented by using the Time Rate Multi-Pulse Width Modulation (TRM-PWM) signal to mix energy of different sources according to mixing rates, and its design and control scheme were introduced by simulation study without intelligent algorithm implementation [14]. In the work, we showed the operation performance of the proposed energy mixer for an arbitrarily fluctuation of mixing rates in time. In the current work, we worked on the intelligent algorithm part of this architecture and used a heuristic optimization method, that searches the optimal mixing rate of energy, which can reduce total energy cost of microgrids.

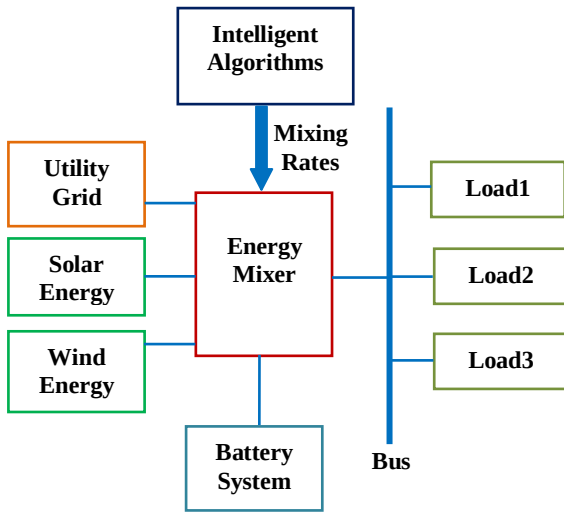


Fig. 1. A general architecture of optimal microgrid management systems [14].

B. Problem Statement

Let's assume to integrate energies coming from solar panels, wind turbines, battery and utility grid according to the mixing rates of α_s for solar system, α_w for wind system, α_b for battery and α_g for utility grid. In this case, overall energy dispatching from resources to microgrid loads can be written as,

$$E_G = \alpha_s E_s + \alpha_w E_w + \alpha_b E_b + \alpha_g E_g \quad (1)$$

where, amount of instant energy coming from solar system, wind system, battery and utility grid are represented by E_s , E_w , E_b and E_g .

Lets denote unit energy costs of resources as C_s for solar system, C_w for wind system, C_b for battery and C_g for utility grid. In this case, the cost function of the system to be optimized for a cost efficient utilization of resources can be expressed as,

$$F = \alpha_s C_s E_s + \alpha_w C_w E_w + \alpha_b C_b E_b + \alpha_g C_g E_g \quad (2)$$

When the mixing rate coefficients are updated by the optimization algorithm in every Δt increment. The cost function to minimize can be written by average output power of resources during Δt interval as,

$$F(\alpha) = \alpha_s C_s P_s \Delta t + \alpha_w C_w P_w \Delta t + \alpha_b C_b P_b \Delta t + \alpha_g C_g P_g \Delta t \quad (3)$$

where, P_s , P_w , P_b and P_g are the average output powers of the solar system, the wind system, the battery system and the utility grid, respectively. Mixing rate vector is denoted by $\alpha = [\alpha_s \ \alpha_w \ \alpha_b \ \alpha_g]$. On the other hand, it is very substantial to balance energy demand (E_D) by energy generation (E_G) in the microgrid to avoid the energy shortage and possible outages. So, the energy balance should be preserved by satisfying the condition of $E_D = E_G$. By considering energy balance checking at Δt interval, the following condition can be written for balancing energy demand and generation in the grid.

$$\gamma P_D = P_E = \alpha_s P_s + \alpha_w P_w + \alpha_b P_b + \alpha_g P_g \quad (4)$$

where, the parameter P_E is the total average output power of resources. The values of $\gamma > 1$ provides a virtual demand to reduce possibility of energy shortage by allowing slight redundant generation [3].

C. Application of Random Search Algorithm for Energy Mixing Rate Optimization

Random search algorithms developed for discrete stochastic optimization was classified in two types: the first class of random search type algorithms and the second class of random search type algorithms [15]. Main distinction between two classes is number of points used for evaluation of objective function. The first class of random search type algorithms considers only a candidate solution point and the current solution point, however the second class of random search type algorithms consider a set of candidate points for objective evaluations [15]. There are more advanced random search algorithm in the first class such as simultaneous perturbation method [16], modified simulated annealing algorithm [17] etc.

However, it is noteworthy to show that even basic random search algorithms can be used for the purposes of renewable energy management of domestic microgrids. Due to the low computational power of control cards in domestic applications, it is necessary to implement low computational complexity algorithms.

In this study, we adopt a basic form of random search algorithm in the first class for minimization of the cost function $F(\alpha)$, which was described in [15] as,

Step 1: Set an initial value to the current point $\tilde{\alpha}^0$ and apply to objective function $F(\tilde{\alpha}^0)$.

Step 2: Generate a candidate point ($\alpha^{(n)}$) randomly and evaluate it by $F(\alpha^{(n)})$.

Step 3: Compare candidate and current points. If $F(\alpha^{(n)}) - F(\tilde{\alpha}^{(n)}) < 0$ then update the current solution point $\tilde{\alpha}^{(n)} = \alpha^{(n)}$.

Step 4: If $F(\tilde{\alpha}^{(n)}) < \varepsilon$, stop the search process, else increment iteration ($n = n + 1$) and go to Step 2.

In this study, we use the following parameter update equations,

$$\alpha_s = \tilde{\alpha}_s + \mu\eta_s \quad (5)$$

$$\alpha_w = \tilde{\alpha}_w + \mu\eta_w \quad (6)$$

$$\alpha_b = \tilde{\alpha}_b + \mu\eta_b \quad (7)$$

$$\alpha_g = (\gamma P_D - \tilde{\alpha}_s P_s - \tilde{\alpha}_w P_w - \tilde{\alpha}_b P_b) / P_g \quad (8)$$

where μ is update rate and the parameter numbers η_s, η_w and η_b are uniform random number in the range of $[-0.5, 0.5]$. Equation (8) is written for preserving energy balance in the microgrid.

Following constraints are also applied to limit mixing rates. According to these constraints, firstly energy mixing rates are limited in range of $[0, 1]$ and secondly when the output power of the source is lower than a minimum operation boundary $P_{\min}$, the algorithm neglects this source.

$$\tilde{\alpha}_s = \begin{cases} \alpha_s & 0 \leq \alpha_s \leq 1 \\ 0 & \alpha_s < 0 \\ 1 & \alpha_s > 1 \\ 0 & P_s < P_{\min} \end{cases} \quad (9)$$

$$\tilde{\alpha}_w = \begin{cases} \alpha_w & 0 \leq \alpha_w \leq 1 \\ 0 & \alpha_w < 0 \\ 1 & \alpha_w > 1 \\ 0 & P_w < P_{\min} \end{cases} \quad (10)$$

$$\tilde{\alpha}_b = \begin{cases} \alpha_b & 0 \leq \alpha_b \leq 1 \\ 0 & \alpha_b < 0 \\ 1 & \alpha_b > 1 \\ 0 & P_b < P_{\min} \end{cases} \quad (11)$$

$$\tilde{\alpha}_g = \begin{cases} \alpha_g & 0 \leq \alpha_g \leq 1 \\ 0 & \alpha_g < 0 \\ 1 & \alpha_g > 1 \\ 0 & P_g < P_{\min} \end{cases} \quad (12)$$

The energy balance error can be calculated by,

$$E_b = P_D \Delta t - P_E \Delta t \quad (13)$$

To apply the mixing rates to M-PWM energy mixer as reference control signals, the following normalization should be carried out to meet the condition $\tilde{\alpha}_s + \tilde{\alpha}_w + \tilde{\alpha}_b + \tilde{\alpha}_g = 1$ for M-PWM mixer.

$$\hat{\alpha}_x = \frac{\tilde{\alpha}_x}{\sum_{i=\{s,b,w,g\}} \alpha_i}, \quad x = \{s, b, w, g\} \quad (14)$$

III. SIMULATION EXAMPLE FOR RENEWABLE ENERGY GRID MANAGEMENT SCENARIO

In this section, we test the proposed algorithm for the cost efficient renewable energy mixing in a domestic energy management system depicted in Fig. 2. The system includes four energy sources, which are solar system, wind system, battery pack with 1 kW output power and the utility grid with 2 kW power limitations.

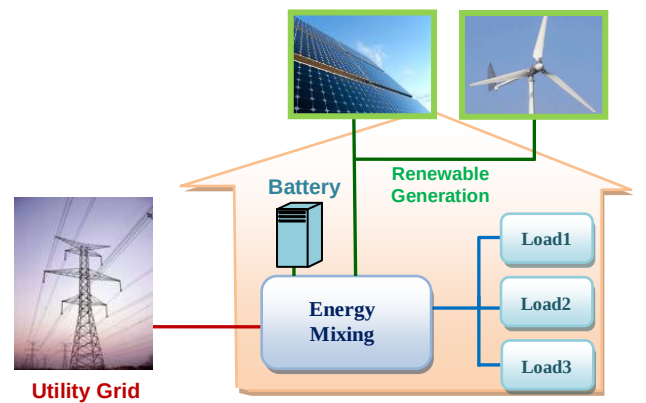


Fig. 2. Renewable energy mixing for the cost efficient domestic energy management in residence [18].

In this scenario, we assumed solar energy and wind energy systems have average generation profiles shown in Fig. 3. For demand profile of the building, we used the average demand profile [19] in Fig. 4.

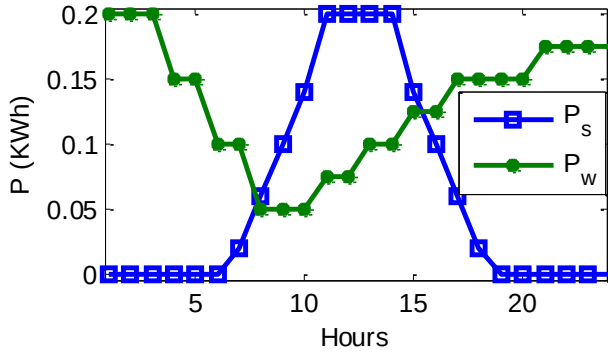


Fig. 3. Solar energy and wind energy generation profiles used in simulation.

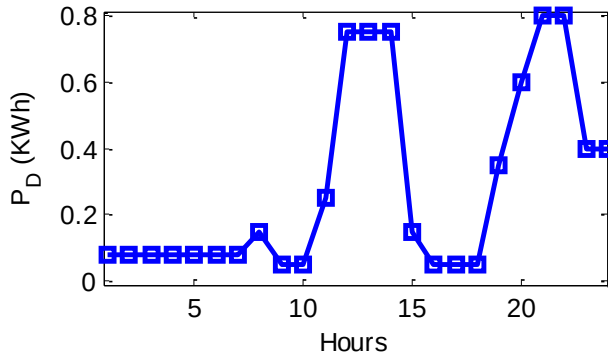


Fig. 4. Demand profile of a house [19].

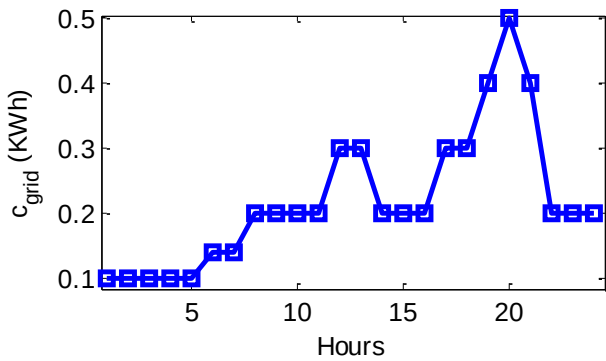


Fig. 5. Dynamic electricity price profile for utility grid.

The dynamic electricity pricing is very useful to support demand flexibility and renewable energy penetration in smart grid [3]. In the simulations, the energy price of utility grid is assumed to change as shown in Fig. 5.

Figure 6 shows mixing rates of sources calculated for the each hour of day by the proposed random search algorithm.

The balance error in Fig. 7 indicates that the optimization algorithm can preserve energy balance under the fluctuations of solar and wind energy generation and the change of dynamic energy price of the utility grid. The virtual demand is configured as $\gamma = 1.05$ for a slight redundant generation to avoid energy shortage states. This redundancy can be seen as positive small values in Fig. 7.

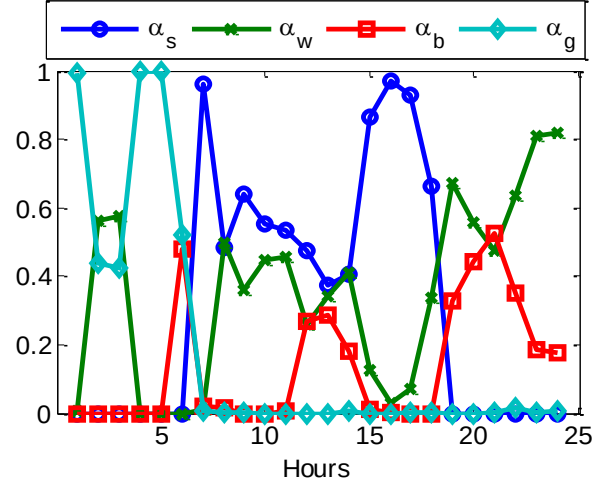


Fig. 6. Hourly cost efficient mixing rates calculated by the proposed random search algorithm.

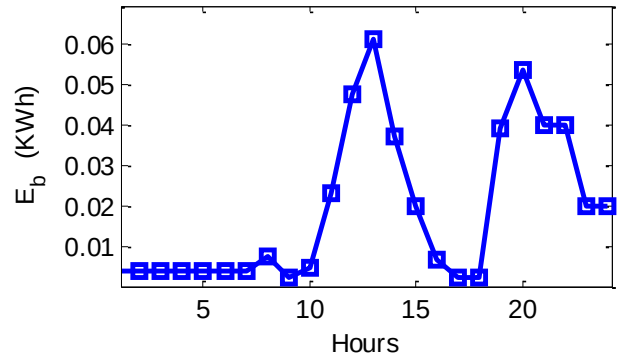


Fig. 7. Energy balance error of microgrid.

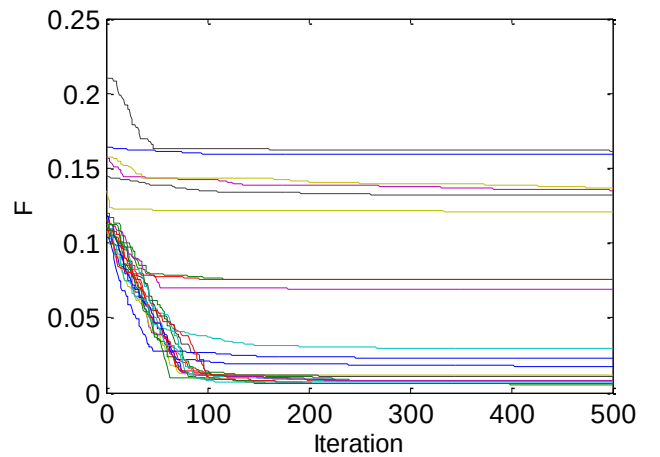


Fig. 8. Change of cost function during random search iteration for each update hour.

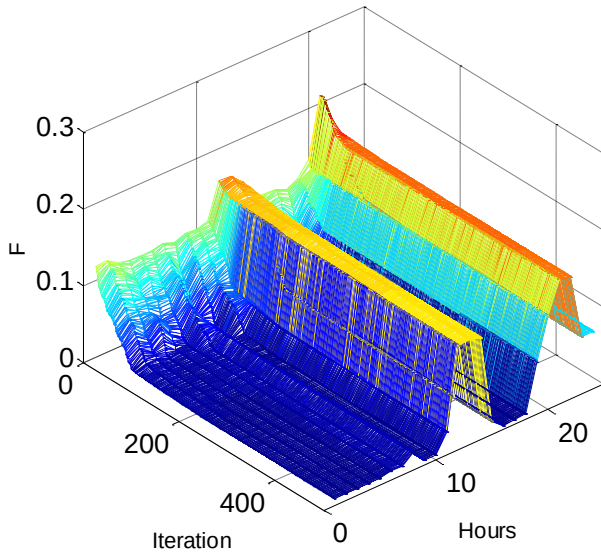


Fig. 9. Change of cost function depending on iteration and update hours.

IV. CONCLUSIONS

This study demonstrates an application of random search algorithm for the solution of energy efficient multi-source energy mixing problem. The proposed algorithm was tested in a multi-source renewable energy microgrid simulation. The results showed that the proposed algorithm can deal with the energy fluctuation of renewable energy sources, the dynamic electricity price alterations of the utility grid, and it can respond appropriately to meet hourly changing demand of buildings. This method can provide the cost efficiency while preserving energy balance in the renewable energy microgrids. Due to its algorithmic simplicity, the method can be a candidate solution for the low-cost, intelligent, domestic power management applications.

REFERENCES

- [1] L. Wang and C. Singh, "PSO-based multi-criteria optimum design of a grid-connected hybrid power system with multiple renewable sources of energy", *Proc. of the IEEE Swarm Intelligence Symposium*, Honolulu, Hawaii, pp. 250-257, 2007.
- [2] M. Akçin, B. B. Alagöz, C. Keleş, Karabiber, A., and A. Kaygusuz, "Dağıtık kontrol ile akıllı şebekelerde geniş-alan yönetimi ve geleceğe dönük projeksiyonlar", *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, vol. 17, no. 3, pp. 457-470, 2013.
- [3] B. B. Alagöz and A. Kaygusuz, "Dynamic energy pricing by closed-loop fractional-order PI control system and energy balancing in smart grid energy markets", *Transactions of the Institute of Measurement and Control*, vol. 38, no. 5, pp. 565-578, 2016.
- [4] A. Kaygusuz, C. Keles, B. B. Alagöz and A. Karabiber, "Renewable energy integration for smart sites", *Energy and Buildings*, vol. 64, pp. 456-462, 2013.

- [5] C., Keles, A., Karabiber, M., Akcin, A., Kaygusuz, B. B., Alagöz, and O. Gul, "A smart building power management concept: Smart socket applications with DC distribution", *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, vol. 64, pp. 679-688, 2015.
- [6] A. Raziei, K. P. Rallinan and R. J. Brecha, "Cost Optimization with solar and conventional energy production, energy storage, and real time pricing", *IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference*, Washington DC, USA, pp. 1-5, 2014.
- [7] S. Sharma, S. Bhattacharjee and A. Bhattacharya, "Grey wolf optimisation for optimal sizing of battery energy storage device to minimize operation cost of microgrid", *IET Generation, Transmission & Distribution*, vol. 10, no. 3, pp. 625-637, 2016.
- [8] P. Sharma and V. Agarwal, "Optimization of Operational energy cost in a hybrid distributed generation system", *IEEE Region 10 Colloquium and the Third International Conference on Industrial and Information Systems*, Kharagpur, India, 2008.
- [9] A. Kumar, B. Sah, Y. Deng, X. He, R. C. Bansala and P. Kumar, "Autonomous hybrid renewable energy system optimization for minimum cost", *International Conference on Renewable Power Generation*, Beijing, China, pp. 1-6, 2015.
- [10] M. Rouholamini and M. Mohammadian, "Heuristic-based power management of a grid-connected hybrid energy system combined with hydrogen storage", *Renewable Energy*, vol. 96, pp. 354-365, 2016.
- [11] S. Chakraborty, "Control and intelligent optimization of distributed renewable energy sources integrated in a single phase high frequency AC microgrid", *Ph.D. Dissertation*, Colorado School of Mines, Golden, CO, 2007.
- [12] S. Chakraborty and M. G. Simoes, "PV-microgrid operational cost minimization by neural forecasting and heuristic optimization", *IEEE Industry Applications Society Annual Meeting*, Edmonton, Alberta, Canada, pp. 1-8, 2008.
- [13] N. Gudi, L. Wang, V. Devabhaktuni and S. S. S. R. Depuru, "Demand response simulation implementing heuristic optimization for home energy management", *North American Power Symposium*, Arlington, TX, USA, pp. 1-6, 2010.
- [14] C. Keles, A. Kaygusuz and B. B. Alagöz, "Multi-source Energy Mixing by Time Rate Multiple PWM for Microgrids", *4th International Istanbul Smart Grids and Cities Congress and Fair*, Istanbul, Turkey, pp. 11-15, 2016.
- [15] Q. Wang, "Optimization with discrete simultaneous perturbation stochastic approximation using noisy loss function measurements", *Johns Hopkins University*, Baltimore, Maryland, 2013.
- [16] C. J. Spall, "Stochastic optimization and the simultaneous perturbation method", *Proceedings of the 31st conference on Winter simulation (ACM)*: vol. 1, pp.101-109, 1999.
- [17] M. H. Alrefaei and S. Andradóttir, "A simulated annealing algorithm with constant temperature for discrete stochastic optimization", *Management Science*, vol. 45, no. 5, pp. 748-764, 1999.
- [18] A. Karabiber, C. Keles, A. Kaygusuz and B. B. Alagöz, "An approach for the integration of renewable distributed generation in hybrid DC/AC microgrids", *Renewable Energy*, vol. 52, pp. 251-259, 2013.
- [19] C. Gokcol, E. Sunan and B. Dursun, "Wind Energy Usage in a House in Gebze", *ELECO 2008 Symposium on Electrical-Electronics and Computer Engineering*, Bursa, Turkey, 2008.

Meslek Yüksekokulu Öğrencilerinin Başarı Durumlarını Etkileyen Faktörlerin Veri Madenciliği Kümeleme Teknikleri Kullanılarak Analizi

Gaffari ÇELİK/Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi
Meslek Yüksekokulu/Bilgisayar Programcılığı
Merkez, Ağrı
gcelik@agri.edu.tr

Tolga AYDIN/ Atatürk Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi/Bilgisayar Mühendisliği
Merkez, Erzurum
atolga@atauni.edu.tr

Özet—Veri madenciliği, veri ambarlarında biriken ham veriyi kullanarak önceden bilinmeyen faydalı bilgilerin çeşitli yöntemlerle elde edilmesini sağlayan bir bilim dalıdır. Veri madenciliği çok hızlı bir şekilde gelişmekte ve kullanım alanı yaygınlaşmaktadır. Eğitim alanı da söz konusu kullanım alanlarından birisidir. Bu çalışmada veri madenciliği ve süreçleri incelenmiş, Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Meslek Yüksekokulunda eğitim gören öğrencilere ilişkin veriler toplanarak, bu verilere WEKA programı yardımı ile veri madenciliği yöntemlerinden kümeleme algoritmaları uygulanmıştır. Algoritma çalışma sonuçları incelenerek öğrenci başarılarını etkileyen faktörler tespit edilmiş ve eldeki veriye en uygun kümeleme algoritmaları belirtilmiştir.

Anahtar Kelimeler—Veri Madenciliği, Veri Madenciliği Süreci, Kümeleme Algoritmaları, K-Means, DBScan, OPTICS, Meslek Yüksekokulu

Abstract—Data mining is a field that aims to obtain previously-unknown, useful knowledge from raw data at data warehouses by applying several methods. Data mining is developing very rapidly, and its area of usage is becoming widespread. Educational area is one of those areas mentioned. In this study, data mining and its processes were investigated. Data regarding the students enrolled in the Vocational High School of Ağrı İbrahim Çeçen University was collected, and the clustering algorithms of data mining were applied to this data by using WEKA software. The analysis of algorithmic study results helped us to identify the factors affecting the success of the students, and also helped us to state the clustering algorithms that best suit to the obtained data.

Index Terms—Data Mining, Data Mining Process, Clustering Algorithms, K-Means, DBScan, OPTICS, Vocational High School

I. GİRİŞ

Teknolojinin yoğun olarak kullanıldığı günümüzde bilgilerin elektronik ortamlarda tutulmasıyla birlikte veri ambarlarında çok büyük miktarda veri birikimi meydana gelmiş, gün geçtikçe veri birikimi inanılmaz boyutlara ulaşmıştır. Veri ambarlarında yığın halinde depolanan veri, veri madenciliği teknikleri ile anlamlı, kullanılabilir bilgiler haline getirilerek bu bilgi doğrultusunda tahminler yapılması veya çeşitli kararlar alınması sağlanabilir.

Veri madenciliği bankacılık, sağlık, sigortacılık, tıp, eğitim, pazarlama ve satış alanında, hedef pazarların tespitinde, müşteri ilişkilerinin yönetiminde, risk analizi ve dolandırıcılık saptamada, web analizi gibi birçok alanda uygulanmaktadır. Eğitim alanında, öğrencilerden alınan veriler analiz edilerek öğrencilerin başarılarını etkileyen faktörler bulunabilir, eğitim kalitesi artırılabilir. Aynı zamanda öğrencinin mezun olduğu lisans programı ile KPSS (Kamu Personel Seçme Sınavı)'deki başarı durumunun analizi, bölümlere göre başarının tespit edilmesi, Lisans yerleştirme puanı ile üniversitedeki başarısının ölçülmesinde ve mezun olduğu lise türü ile üniversitedeki başarısı arasında bir ilişkinin öğrenilmesinde de uygulanabilir.

Bu çalışmada ilk önce veri madenciliği ile ilgili gerekli literatür taraması yapıp temel kavramlar açıklanmış, uygulamada kullanılan bilgisayar yazılımları ve verinin toplanması, düzenlenmesi süreci anlatılmıştır. Daha sonra, hazırlanan veri setine WEKA yazılımı kullanılarak kümeleme algoritmalarından K-Means, DBScan ve OPTICS algoritmaları uygulanarak elde edilen sonuçlar verilmiştir. Son olarak Meslek Yüksekokulunda eğitim gören öğrencilerin başarılarını etkileyen faktörler ve veri setimize hangi kümeleme algoritmalarının uygun olduğu belirtilmiştir.

II. VERİ MADENCİLİĞİ ve SÜRECİ

Veri madenciliği önceden bilinmeyen, geçerli ve uygulanabilir bilgilerin çok büyük veri ambarlarından sağlanması ve bu bilgilerin işletme kararları alınırken kullanılmasıdır [1]. Larose'a göre veri madenciliği, yeni yöntemlerle veriler arasında gizli ilişkileri ortaya koyan bir bilim dalıdır [2]. Veri madenciliği süreci ise veri ambarı oluşturulması ve bu verilere dayanarak veri madenciliği işlemlerinin yerine getirilmesi aşamalarından oluşur [3].

Veri madenciliği sürecinde izlenecek adımlar:

A. Veri Seçimi (Data Selection)

Bu aşamada amaca uygun birden fazla veri kümesi birleştirilerek, uygun örneklem kümesi oluşturulur [4].

B. Veri Temizleme ve Önişleme (Data Cleaning & Preprocessing)

Verileri temizlemek sadece veriyi çıkarmak değildir. Elimizde bulunan örnek kümeye ait niteliklere ilişkin eksik verilerin tamamlanması için farklı metotlar vardır. Bunlar [5]:

- Eksik veri içeren kayıtlar çıkarılabilir.
- Değişkenin ortalaması, eksik değerlerin yerine kullanılabilir.
- Eksik veri içeren değişkenler, var olan verilere göre en uygun değer ile doldurulabilir.

C. Veri Dönüştürme (Data Conversion):

Veri dönüştürme işlemi, verilerin seçilen veri madenciliği modeli için uygun formlara dönüştürülmesi aşamasıdır [6]. Bu aşamada, toplanan veriler, işlenmek için uygun formlara dönüştürülür. Veri dönüştürme aşamasında normalizasyon tekniği kullanılır. Eldeki verilerin 0-1 aralığına indirilmesi işlemine normalizasyon denir. Normalleştirme; yapay sinir ağları, kümeleme ve sınıflandırma gibi uzaklık ölçümleri içeren algoritmalar için özellikle yararlıdır [7].

D. Veri Madenciliği (Data Mining)

Bu aşamada kullanılacak olan modelleme tekniğinin seçilmesidir [8]. Modelleme teknikleri tahmin edici (Predictive) ve tanımlayıcı (Descriptive) modeller olarak iki şekilde incelenmektedir. Sınıflama ve regresyon modelleri tahmin edici; birliktelik kuralları ve kümeleme modelleri ise tanımlayıcı modellerdir.

E. Değerlendirme (Evaluation)

Modelin değerlendirilmesi; başarı kriterlerine, edinilmiş tecrübeler ve test sonuçlarına göre modelin değerlendirilmesi aşamasıdır. Amaç, tüm projenin değerlendirilmesinden çok modelin teknik yönden değerlendirilmesidir [9].

III. VERİ MADENCİLİĞİ KÜMELEME ALGORİTMALARI

Kendi içinde benzer özellik taşıyan; fakat diğer gruplardakine benzemeyen nesneler içeren her gruba küme adı verilir. Kümeleme, veri nesnelerinin gruplara ayrılması işlemidir. Kümeleme analizi, veri setinin içinde bulunan anlamlı veya kullanışlı grupları bulma sürecidir. [10]. Nesneler gruplandırılırken nesnelerin özelliklerinin küme içindeki benzerliğin yüksek, diğer kümelerle olan benzerliğinin ise düşük olması gerekir [11]. Kümeleme analizi pazarlama, biyoloji, coğrafya, internet, şehir planlaması, deprem araştırmaları gibi alanlarda kullanılabilir [12]. Bu çalışmada uygulanan veri madenciliği kümeleme algoritmaları:

A. K-means Algoritması

K-Means algoritması, bir veri kümesini başlangıçta belirtilen k sayıda kümeye böler. Kümedeki verilerin arasındaki benzerlik, kümenin ağırlık merkezi olarak belirlenen bir veri ile kümedeki diğer veriler arasındaki uzaklıkların ortalama değeri alınarak belirlenmektedir [7].

B. DBSCAN Algoritması

DBSCAN, tüm veri setinde her nesneyi çekirdek nesne (bir kümede belirli olan bir nesne), sınır nesnesi (bir kümenin

sınırındaki nesneler) ya da yayılma nesnesi (herhangi bir kümenin dışındaki belirli nesneler) olarak inceler. Bu ilk adımdan sonra, birbirine yakın çekirdek nesneler bir kümede bir araya getirilir [13].

C. OPTICS Algoritması

OPTICS algoritması iki ayrı parametreden yararlanır [14]. Bunlar iç mesafe (core-distance) ve ulaşılabilirlik mesafesi (reachability-distance) parametreleridir. İç mesafe; p noktası, veri tabanının bir elemanı ve ϵ , mesafe değeri olarak alınırsa p noktasının etrafında bulunan başka noktalarla olan minimum ϵ mesafesidir. Ulaşılabilirlik mesafesi ise p noktasını diğer noktalar üzerindeki yoğunluğa erişirecek en küçük mesafe değeridir.

IV. UYGULAMA

Bu çalışmada kullanılan veriler, Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Meslek Yüksekokulu'nda 2011-2012 eğitim öğretim dönemi ve öncesine ait olup üniversitenin Bilgi İşlem Daire Başkanlığından Microsoft Excel formatında alınmıştır. Veri madenciliğinin en önemli unsurlarından biri olan ve güvenilirliğini arttıran veri kalitesini yükseltmek için Excel formatında alınan veriler çeşitli işlemlerden geçirilmek üzere Microsoft SQL Server 2008 (MSSQLServer-2008) veri tabanına aktarılmıştır. MSSQLServer-2008 veri tabanının seçilmesinin nedeni, veriler üzerinde temizleme, birleştirme, dönüştürme işlemlerinin kolay bir şekilde yapılabilmesidir.

Üniversiteden alınan bilgiler dışında, öğrencilerin başarısını etkileyebilecek diğer faktörler Meslek Yüksekokulu Müdürlüğü'nün izni ile öğrencilere sunulan bir form üzerinden alınmıştır. Öğrencilerden alınan bilgiler Delphi programlama dili yardımı ile MSSQLServer-2008 veri tabanına aktarılmıştır.

V. UYGULAMADA VERİ MADENCİLİĞİ SÜRECİ

A. Verinin temizlenmesi

Veri temizleme aşamasında uygulamada kullanılacak veriler üzerinde, eksik verilerin tamamlanması için Structured Query Language (SQL) komutları ve Transact SQL (T-SQL) komutları kullanılmıştır.

B. Veri Birleştirme ve Dönüştürme

Veri Birleştirme aşamasında öğrencilerin tüm özelliklerini tek tabloda (OgrenciGenelBilgileri) göstermek için T-SQL kodları yardımı ile OgrenciTanim ve OgrenciBilgileri tabloları öğrenci numarasına alanına göre ilişkilendirilerek OgrenciGenelBilgileri ismi ile yeni oluşturulan tabloya eklenmiştir. Bu işlem sonunda 581 kayıttan oluşan ve uygulamada asıl olarak kullanılacak veri kümesi oluşturulmuştur.

Veri birleştirme aşamasından sonraki adım veri dönüştürme işlemidir. Niteliklerin veri dönüşümünden önce ve veri dönüşümünden sonra aldığı değerler Tablo 1'de verilmiştir.

TABLO I. VERİ DÖNÜŞÜM AŞAMASINDA BAZI NİTELİKLERİN ALDIĞI DEĞERLER

Nitelikler	
<i>Veri Dönüşümünden Önce</i>	<i>Veri Dönüşümünden Sonra</i>
Cinsiyeti (ERKEK, KADIN)	Cinsiyeti (E, B)
Dogumyeri (AĞRI, DİĞER)	Dogumyeri (A, D)
Liseturu (Meslek Lisesi, Diğer)	Liseturu (M, D)
Kaldığıyer (Ailemle, Yurtta, Kirada)	Kaldığıyer (A, Y, K)
Babameslegi (Esnaf, Memur, Özel Sektör, Çalışmıyor)	Babameslegi (E, M, O, C)

VI. UYGULAMA ANALİZİ İÇİN KULLANILAN PROGRAM

Verilerin analizi için, Waikato Üniversitesi tarafından 1996'da ilk resmi sürümü yayınlanmış olan bir makine öğrenme (machine learning) ve veri madenciliği (data mining) programı olan WEKA (Waikato Environment for Knowledge Analysis) paket programı kullanılmıştır.

WEKA programı ARFF (Attribute Related File Format) formatını desteklemektedir. Bu çalışmada kullanılan veriler Excel2Arf Converter programı ile ARFF formatına dönüştürülmüştür.

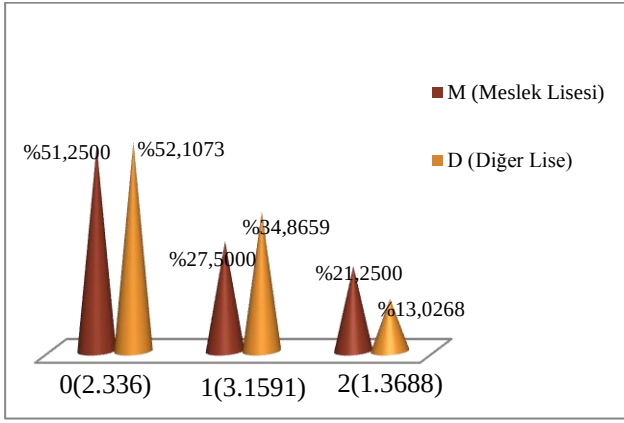
VII. BULGULAR ve YORUM

Çalışmada hazırlanan veri kümesinden sonagno niteliği seçilerek K-Means algoritması uygulandığında elde edilen sonuçlar Tablo II'de verilmiştir.

TABLO II. K-MEANS ALGORİTMASININ SONUCU ve ÖZETİ

		Kümeler ve Verilerin Kümelere Dağılımı					
Küme No		0		1		2	
Not Ortalaması(sonagno)		2.3346		3.1591		1.3688	
ÖZELLİKLER	Özelliklerin Aldığı Değerler	K.Sayısı	%	K.Sayısı	%	K.Sayısı	%
Lise Türü	M (Meslek Lisesi)	164	51,2500	88	27,5000	68	21,2500
	D (Diğer Lise)	136	52,1073	91	34,8659	34	13,0268
Doğum Yeri	A (Ağrı)	108	53,2020	62	30,5419	33	16,2562
	D (Diğer)	192	50,7937	117	30,9524	69	18,2540
Aylık Gelir	0-750 TL	135	47,0383	100	34,8432	52	18,1185
	751-1500 TL	106	52,4752	61	30,1980	35	17,3267
	1501-3000 TL	50	61,7284	17	20,9877	14	17,2840
	3000+ TL	9	81,8182	1	9,0909	1	9,0909
Kaldığı Yer	A (Ailemle)	159	60,2273	72	27,2727	33	12,5000
	Y (Yurtta)	56	42,1053	56	42,1053	21	15,7895
	K (Kirada)	85	51,8293	51	31,0976	28	17,0732
Kardeş Sayısı	0-3	57	55,3398	23	22,3301	23	22,3301
	4-6	126	47,7273	85	32,1970	53	20,0758
	7+	117	54,6729	71	33,1776	26	12,1495
Yaşı	15-20	94	44,9761	59	28,2297	56	26,7943
	21-30	177	54,7988	105	32,5077	41	12,6935
	31-35	6	35,2941	9	52,9412	2	11,7647
	35+	23	71,8750	6	18,7500	3	9,3750
Baba Mesleği	M (Memur)	87	58,0000	33	22,0000	30	20,0000
	E (Esnaf)	55	48,2456	32	28,0702	27	23,6842
	C (Çalışmıyor)	133	46,3415	98	34,1463	56	19,5122
	O (Özel Sektör)	25	50,0000	16	32,0000	9	18,0000
Cinsiyeti	E (Erkek)	205	50,7426	125	30,9406	74	18,3168
	B (Bayan)	95	53,6723	54	30,5085	28	15,8192
Sağlık Sorunu	E (Evet)	32	48,4848	17	25,7576	17	25,7576
	H (Hayır)	268	52,0388	162	31,4563	85	16,5049
Annenin Çalışma Durumu	E (Evet)	16	59,2593	4	14,8148	7	25,9259
	H (Hayır)	284	51,2635	175	31,5884	95	17,1480
Anne Yaşıyor mu?	E (Evet)	286	51,3465	171	30,7002	100	17,9533
	H (Hayır)	14	58,3333	8	33,3333	2	8,3333
Baba Yaşıyor mu?	E (Evet)	255	50,7968	155	30,8765	92	18,3267
	H (Hayır)	45	56,9620	24	30,3797	10	12,6582

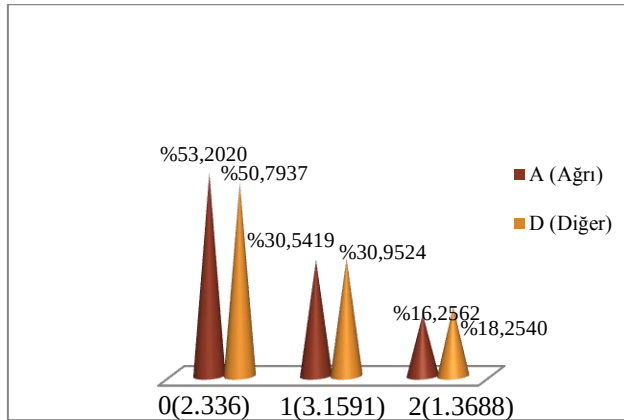
Tablo II incelendiğinde not ortalamasına göre en başarılı kümenin 1. küme (not ortalaması = 3.1591), en başarısız kümenin ise 2. küme (not ortalaması = 1.3688) olduğunu söyleyebiliriz. Tablo II'ye istinaden, lise türüne göre kayıtların kümelere dağılımı Şekil. 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Lise türüne göre kayıtların kümeler dağılımı

Şekil. 1 incelendiğinde meslek lisesinden mezun olan öğrencilerin 2. kümede yoğunlaşma oranının diğer liselerden mezun olan öğrencilerden daha yüksek olduğu görülmektedir. Aynı zamanda meslek lisesinden farklı bir liseden mezun olan öğrencilerin 1. küme ve 0. kümede yoğunlaşma oranının meslek lisesinden mezun olan öğrencilerden daha yüksek olduğu görülmektedir. Buna göre, meslek lisesinden mezun olan öğrencilerin, diğer liselerden mezun olan öğrencilere göre başarı düzeyinin daha düşük olduğunu söyleyebiliriz.

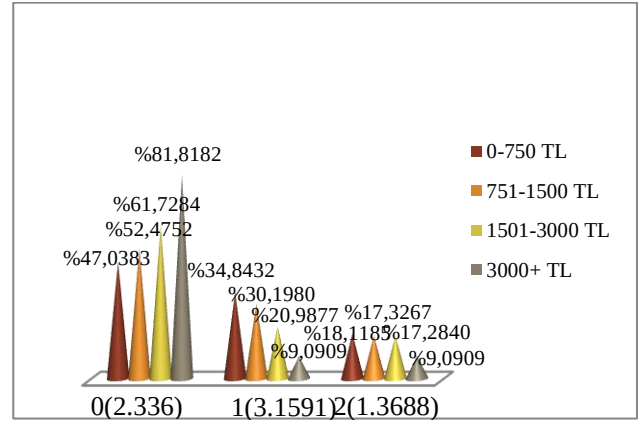
Tablo II'ye istinaden, doğum yerine göre kayıtların kümeler dağılımı Şekil. 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Doğum yerine göre kayıtların kümeler dağılımı

Doğum yerine göre öğrencilerin kümeler dağılımı incelendiğinde, kayıtların kümeler dengeli bir şekilde dağıldığını söyleyebiliriz.

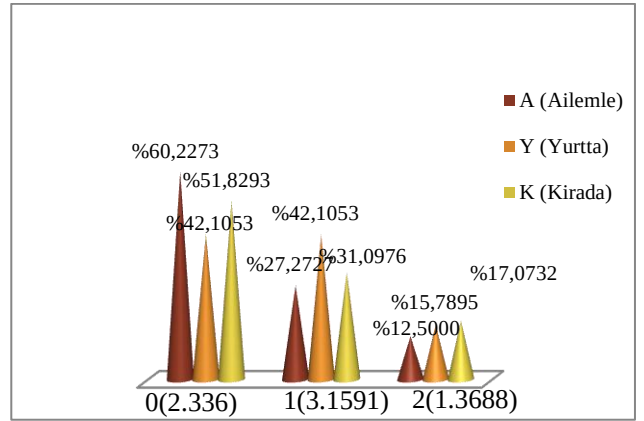
Tablo II'ye istinaden, aylık gelire göre kayıtların kümeler dağılımı Şekil. 3'de verilmiştir.



Şekil 3. Aylık gelire göre kayıtların kümeler dağılımı

Şekil. 3 incelendiğinde aylık geliri 0-750 TL arasında olan öğrencilerin 1. kümede yoğunlaşma oranının daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu da düşük gelirli aile yapısına sahip öğrencilerin başarı oranının daha yüksek olduğunu gösterir.

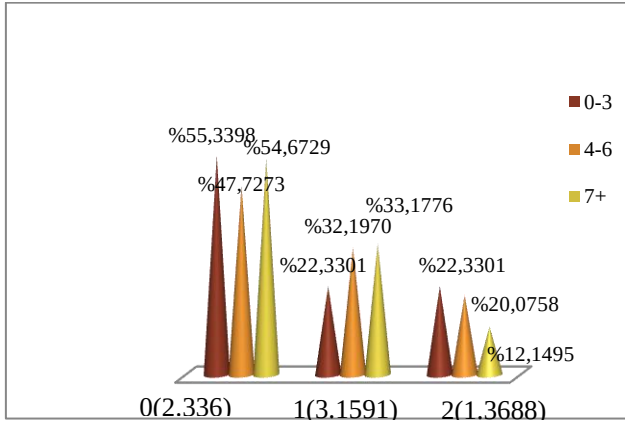
Tablo II'ye istinaden, kaldığı yere göre kayıtların kümeler dağılımı Şekil. 4'de verilmiştir.



Şekil 4. Kaldığı yere göre kayıtların kümeler dağılımı

Şekil. 4'e göre yurtta kalan öğrencilerin 1. kümede yoğunlaşma oranının daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumda yurtta kalan öğrencilerin daha başarılı olduğunu söyleyebiliriz.

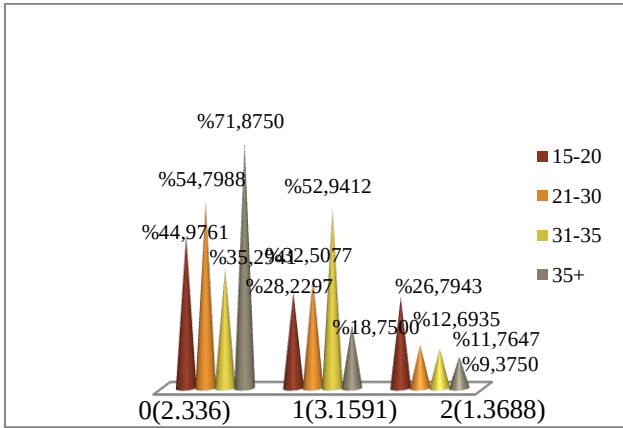
Tablo II'ye istinaden, kardeş sayısına göre kayıtların kümeler dağılımı Şekil. 5'de verilmiştir.



Şekil 5. Kardeş sayısına göre kayıtların kümeler dağılımı

Şekil. 5'e göre kardeş sayısı 7 ve daha fazla olan öğrencilerin 1. kümede yoğunlaşması, kalabalık aile yapısına sahip öğrencilerin başarı oranının daha yüksek olduğunu gösterir.

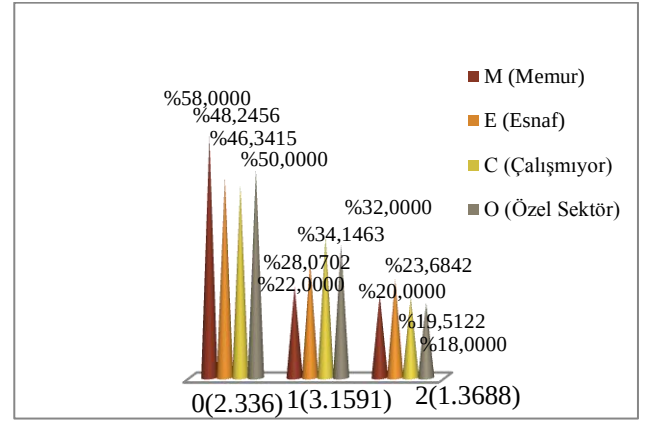
Tablo II'ye istinaden, yaşa göre kayıtların kümeler dağılımı Şekil .6'da verilmiştir.



Şekil 6. Yaşa göre kayıtların kümeler dağılımı

Şekil. 6 incelendiğinde yaşı 21-30 ile 31-35 arasında olan öğrencilerin en başarılı(1.küme) kümede yoğunlaşma oranının diğer yaş gruplarına göre daha yüksek, aynı zamanda bu yaş grubundaki öğrencilerin en başarısız (0.küme) kümede yoğunlaşma oranının daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durumda yaşı 21 ile 35 arasında olan öğrencilerin daha başarılı olduğu söylenebilir.

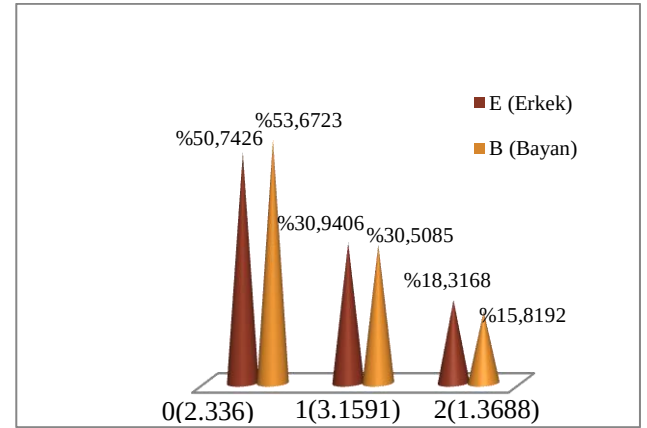
Tablo II'ye istinaden, baba mesleğine göre kayıtların kümeler dağılımı Şekil. 7'de verilmiştir.



Şekil 7. Babanın mesleğine göre kayıtların kümeler dağılımı

Şekil. 7 incelendiğinde 1. kümede babası çalışmayan veya özel sektörde çalışan öğrencilerin yoğunlaşma oranının daha yüksek olması, bu profildeki öğrencilerin başarı oranının daha yüksek olduğunu göstermektedir.

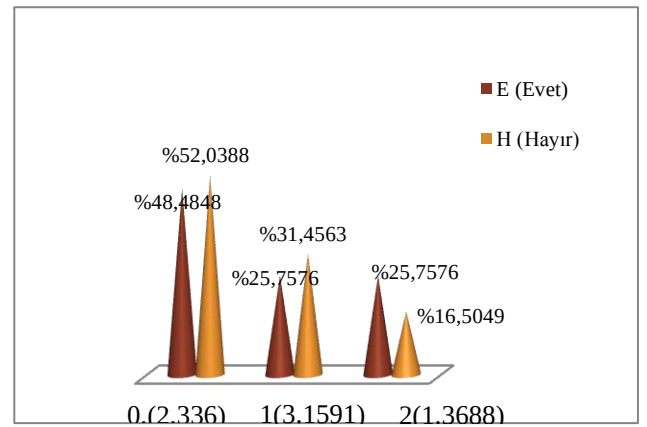
Tablo II'ye istinaden, cinsiyete göre kayıtların kümeler dağılımı Şekil. 8'de verilmiştir.



Şekil 8. Cinsiyete göre kayıtların kümeler dağılımı

Şekil. 8'e göre cinsiyete göre kayıtların dengeli bir şekilde kümeler dağıldığı görülmektedir.

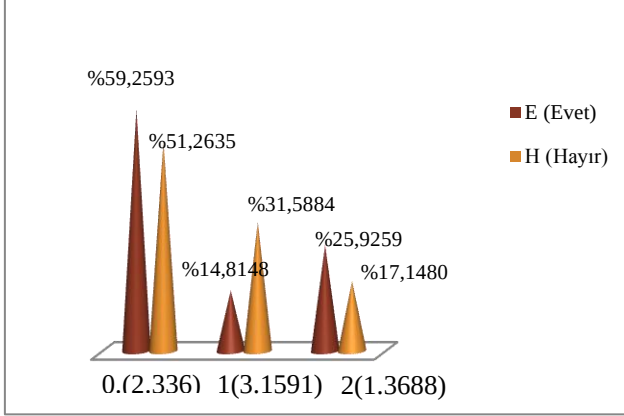
Tablo II'ye istinaden, sağlık sorununa göre kayıtların kümeler dağılımı Şekil. 9'da verilmiştir.



Şekil 9. Sağlık sorununa göre kayıtların kümeler dağılımı

Şekil. 9 incelendiğinde sağlık sorunu olmayan öğrencilerin en başarılı kümede (1.küme) yoğunlaşma oranının daha yüksek olması ve en başarısız kümede(2.küme) yoğunlaşma oranının daha düşük olması sağlık sorunu olmayan öğrencilerin başarı oranının daha yüksek olduğunu gösterir.

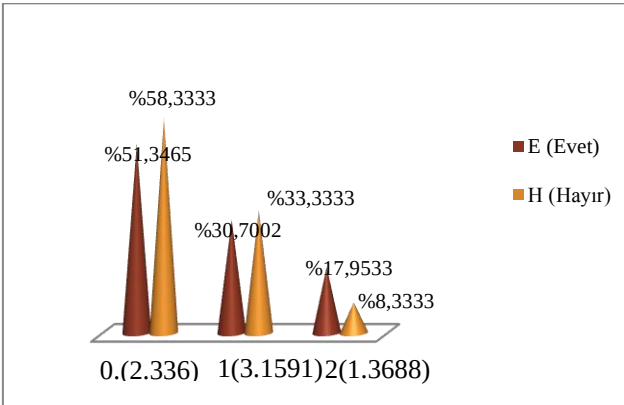
Tablo II'ye istinaden, annenin çalışma durumuna göre kayıtların kümelere dağılımı Şekil. 10'da verilmiştir.



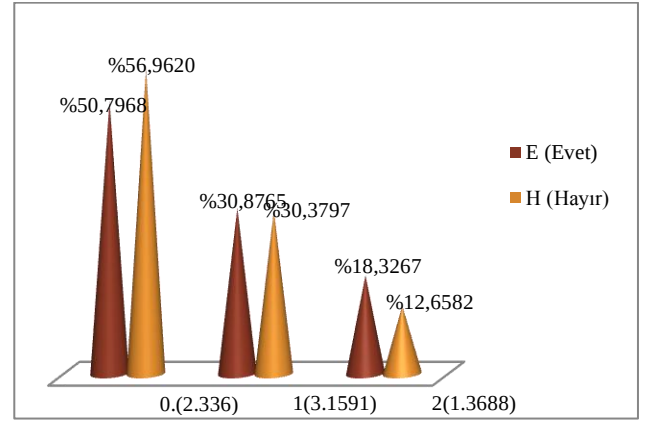
Şekil. 10. Annenin çalışma durumuna göre kayıtların kümelere dağılımı

Annenin çalışma durumuna göre kayıtların kümelere dağılımını incelediğimizde, annesi çalışmayan öğrencilerin 1. kümede yoğunlaşma oranının daha yüksek, 2 kümede ise daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durumda annesi çalışmayan öğrencinin başarı oranının daha yüksek olduğunu söyleyebiliriz.

Tablo II'ye istinaden, annenin hayatta olma durumuna göre kayıtların kümelere dağılımı Şekil. 11 ve babanın hayatta olma durumuna göre kayıtların kümelere dağılımı ise Şekil. 12'de verilmiştir.



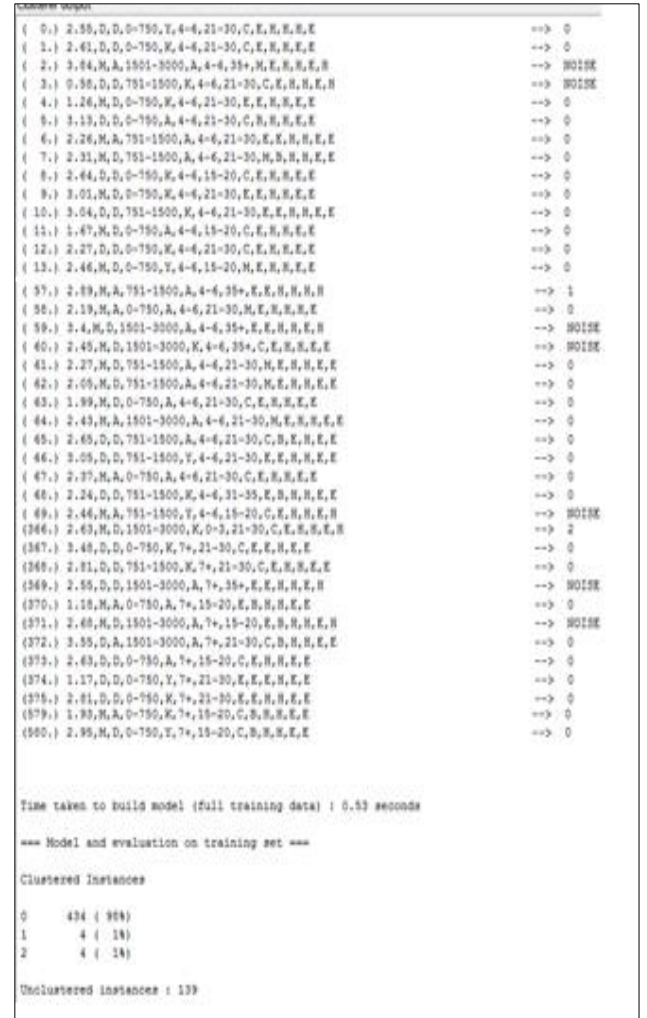
Şekil. 11. Annenin hayatta olma durumuna göre kayıtların kümelere dağılımı



Şekil. 12. Babanın hayatta olma durumuna göre kayıtların kümelere dağılımı

Şekil. 11 ve Şekil. 12 incelendiğinde anne veya babanın hayatta olma durumuna göre kayıtların kümelere dengeli bir şekilde dağıldığını söyleyebiliriz.

Çalışmada hazırlanan veri kümesi DBScan algoritmasına uygulandığında Şekil. 13'deki sonuç elde edilmiştir:



Şekil. 13. DBScan algoritmasının WEKA çıktısı

DBScan algoritmasında ε ve MinNs değerleri değiştirilerek çeşitli sonuçlar elde edilmiş sonuçlardan biri Şekil. 13'de verilmiştir. Sonuçlara bakıldığında verinin 3 kümeye ayrıldığı; %74,6987'sin 0. kümeye, %0,6884'nün 1. ve 2. kümelere dağıtıldığı, %23,9242'sinin ise kümeler dışında kaldığı görülmüştür. Veriler DBScan algoritması altında incelendiğinde, algoritmanın eldeki veriye uygun olmadığı görülmüştür.

Çalışmada hazırlanan veri kümesi OPTICS algoritmasına uygulandığında Şekil. 14'deki sonuç elde edilmiştir.

Cluster output			
(0.)	2.55,D,D,0-750,Y,4-6,21-30,C,E,H,H,H,E	--> c_dist: UNDEFINED	r_dist: UNDEFINED
(1.)	2.61,D,D,0-750,K,4-6,21-30,C,E,H,H,H,E	--> c_dist: UNDEFINED	r_dist: UNDEFINED
(10.)	3.04,D,D,751-1500,K,4-6,21-30,E,E,H,H,H,E	--> c_dist: UNDEFINED	r_dist: UNDEFINED
(100.)	2.09,M,D,1501-3000,A,4-6,15-20,M,B,H,H,H,E	--> c_dist: UNDEFINED	r_dist: UNDEFINED
(101.)	2.63,D,D,751-1500,K,4-6,15-20,O,E,H,H,H,E	--> c_dist: UNDEFINED	r_dist: UNDEFINED
(102.)	2.05,D,D,0-750,A,4-6,21-30,M,E,H,H,H,E	--> c_dist: UNDEFINED	r_dist: UNDEFINED
(103.)	2.87,M,A,751-1500,A,4-6,21-30,M,E,H,H,H,E	--> c_dist: UNDEFINED	r_dist: UNDEFINED
(104.)	2.42,D,D,0-750,Y,4-6,21-30,C,E,H,H,H,E	--> c_dist: UNDEFINED	r_dist: UNDEFINED
(105.)	2.23,D,D,0-750,K,4-6,21-30,M,B,H,H,H,E	--> c_dist: UNDEFINED	r_dist: UNDEFINED
(106.)	2.08,M,A,0-750,A,4-6,15-20,C,E,H,H,H,E	--> c_dist: UNDEFINED	r_dist: UNDEFINED
(107.)	1.56,D,D,751-1500,Y,4-6,15-20,M,E,H,H,H,E	--> c_dist: UNDEFINED	r_dist: UNDEFINED
(108.)	2.64,D,A,0-750,K,4-6,21-30,C,E,H,H,H,E	--> c_dist: UNDEFINED	r_dist: UNDEFINED
(109.)	2.44,D,D,0-750,K,4-6,15-20,C,E,H,H,H,E	--> c_dist: UNDEFINED	r_dist: UNDEFINED
(11.)	1.67,M,D,0-750,A,4-6,15-20,C,E,H,H,H,E	--> c_dist: UNDEFINED	r_dist: UNDEFINED
(110.)	3.83,M,D,751-1500,Y,4-6,15-20,O,E,H,H,H,E	--> c_dist: UNDEFINED	r_dist: UNDEFINED
(111.)	3.81,D,D,751-1500,K,4-6,21-30,M,E,H,H,H,E	--> c_dist: UNDEFINED	r_dist: UNDEFINED
(112.)	1.42,M,D,0-750,Y,4-6,21-30,E,E,H,H,H,E	--> c_dist: UNDEFINED	r_dist: UNDEFINED
(113.)	2.91,M,D,0-750,Y,4-6,21-30,C,E,H,H,H,E	--> c_dist: UNDEFINED	r_dist: UNDEFINED
(114.)	1.32,D,D,751-1500,K,4-6,21-30,C,E,H,H,H,E	--> c_dist: UNDEFINED	r_dist: UNDEFINED
(115.)	1.4,M,D,751-1500,K,4-6,21-30,E,E,H,H,H,E	--> c_dist: UNDEFINED	r_dist: UNDEFINED
(116.)	2.7,D,D,0-750,A,4-6,31-35,C,E,H,H,H,E	--> c_dist: UNDEFINED	r_dist: UNDEFINED
(117.)	1.7,D,A,1501-3000,A,4-6,21-30,E,E,H,H,H,E	--> c_dist: UNDEFINED	r_dist: UNDEFINED
(118.)	1,M,D,0-750,Y,4-6,15-20,C,E,H,H,H,E	--> c_dist: UNDEFINED	r_dist: UNDEFINED
(119.)	3.5,D,D,1501-3000,A,4-6,21-30,E,E,H,H,H,E	--> c_dist: UNDEFINED	r_dist: UNDEFINED
(12.)	2.27,D,D,0-750,K,4-6,21-30,C,E,H,H,H,E	--> c_dist: UNDEFINED	r_dist: UNDEFINED
(120.)	0.7,M,D,751-1500,K,4-6,15-20,E,E,H,H,H,E	--> c_dist: UNDEFINED	r_dist: UNDEFINED
(121.)	1.7,D,D,0-750,Y,4-6,15-20,C,B,H,H,H,E	--> c_dist: UNDEFINED	r_dist: UNDEFINED
(122.)	1.7,M,A,0-750,K,4-6,21-30,C,E,H,H,H,E	--> c_dist: UNDEFINED	r_dist: UNDEFINED

Şekil. 4.14. OPTICS algoritmasının WEKA çıktısı

OPTICS algoritmasının sonucu incelendiğinde hazırlanan verinin çoğunun tanımlanmamış (Undefined) veri olarak kümelendiği görülmektedir. Bu da OPTICS algoritmasının çalışmada kullanılan veriye uygun olmadığını göstermektedir.

VIII. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada veri madenciliği sürecinde yapılması gerekenler ele alınmış ve Meslek Yüksekokullarında eğitim gören öğrencilerin başarı düzeylerini etkileyen faktörler, veri madenciliği kümeleme teknikleri kullanılarak incelenmiştir.

Meslek Yüksekokulları, çeşitli mesleklerde eğitilmiş, başarılı ve kaliteli bireyler yetiştirmek amacıyla kurulmuş eğitim kurumlarıdır. Günümüzde şirketlerin artmasıyla ara eleman ihtiyacı giderek artmakta, bu nedenle Meslek Yüksekokullarına büyük görev düşmektedir. Daha kaliteli ve başarılı öğrenciler yetiştirmek amacıyla veri madenciliği kümeleme teknikleri kullanılarak öğrencilerin başarılarını etkileyebilecek faktörler incelenmiş ve çeşitli sonuçlar

bulunmuştur. Bu faktörler göz önünde bulundurularak daha başarılı bireyler yetiştirilebilir.

Örneklem olarak alınan Meslek Yüksekokulu verileri SQL ve T-SQL kodları yardımı ile temizleme, dönüştürme işlemleri ile istenen formata dönüştürüldükten sonra, WEKA programı bünyesindeki kümeleme teknikleri ile modellenmiştir. Bu çalışma kapsamında kümeleme tekniklerinden K-Means, DBScan ve OPTICS algoritmaları kullanılmıştır.

K-Means algoritmasının sonucu incelendiğinde:

- Meslek lisesinden farklı bir liseden mezun olan öğrencilerin daha başarılı olduğu,
- Yurtta kalan öğrencilerin daha başarılı olduğu,
- Ailesinin aylık geliri 0-750 TL arasında olan öğrencilerin başarı oranının daha yüksek olduğu,
- 7 veya daha fazla kardeşe sahip öğrencilerin daha başarılı olması, kalabalık aile yaşamının öğrenciye daha fazla sorumluluk getirdiği,
- 21 ile 35 yaş arasında olan öğrencilerin başarı oranının daha yüksek olduğunun görülmesi belli bir olgunluğa gelmiş öğrencinin hayata bir an önce atılmak amacıyla daha fazla çalıştığı,
- Sağlık sorunu olmayan öğrencilerin başarı oranının daha yüksek olduğu,
- Annesi çalışmayan öğrencinin başarı oranının daha yüksek olduğu,
- Diğer özelliklerde ise dengeli bir dağılım olduğu sonuçlarına varılmıştır.

Sonuç olarak yaptığımız çalışmada, uygulamada kullandığımız veri setine K-Means, DBScan ve OPTICS algoritmaları uygulanmıştır. K-Means algoritması olumlu sonuçlar vermiş, DBScan ve OPTICS algoritmalarında herhangi bir sonuca varılamamıştır. Bu durumda K-Means algoritmasının daha iyi sonuç vermesi eldeki veriler işlenirken bu algoritmanın kullanılmasının, daha uygun olacağını aklı getirmektedir.

KAYNAKÇA

- [1] G. Silahtaroglu, Kavram ve Algoritmalarıyla Temel Veri Madenciliği, İstanbul: Papatya, 2008.
- [2] D. T. Larose, Data Mining Methods and Models, Hoboken: A John Wiley & Sons, Inc., 2006.
- [3] S. Mitra ve T. Acharya, Data Mining Multimedia, Soft Computing and Bioinformatics, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2003.
- [4] H. Sever ve B. Oğuz, "Veri Tabanlarında Bilgi Keşfine Formel Bir Yaklaşım Kısım I: Eşleştirme Sorguları ve Algoritmalar", Bilgi Dünyası, cilt 3, no. 2, 2002, ss. 173-204.
- [5] A. Oğuzlar, "Veri Ön İşleme" Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 2003, ss. 67-76.
- [6] O. R. Zaiane, "Introduction to Data Mining", http://www.exinfm.com/pdffiles/intro_dm.pdf, 1999.

Erişim Tarihi: 5 Kasım 2012.

- [7] J. Han ve M. Kamber, Data Mining: Concepts and Techniques, 2. Baskı, San Francisco: Morgan Kauffmann, 2006.
- [8] P. Chapman ve Ark, Step-by-step data mining guide, <https://www.the-modeling-agency.com/crisp-dm.pdf>, 2000, Erişim Tarihi: 2 Mayıs 2013.
- [9] Y. Argüden ve B. Erşahin, Veri Madenciliği Veriden Bilgiye, Masraftan Değere, İstanbul: Alkim Kağıt San. ve Tic. A.Ş., 2008.
- [10] M. Işık ve A. Y. Çamurcu, "Web Belgeleri Kümelemede Benzerlik ve Uzaklık Ölçütleri Başarılarının Karşılaştırılması", Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt 20, No. 1, 2008, ss. 35-49.
- [11] F. Giannotti ve D. Pedreschi, Mobility, Data Mining and Privacy Geographic Knowledge Discovery, Pisa: Springer, 2008.
- [12] Ş. Z. Erdoğan, Veri Madenciliği ve Veri Madenciliğinde Kullanılan K-Means Algoritmasının Öğrenci Veri Tabanında Uygulanması, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Y.Lisans Tezi, İstanbul, 2004.
- [13] M. Ester, H.-P. Kriegel, J. Sander ve X. Xu, "A Density-Based Algorithm for Discovering Clusters in Large Spatial Databases with Noise" 2nd International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, ss.226-231, München, 1996.
- [14] M. Ankerst, M. M. Breunig, K. Hans-Peter ve J. Sander, "OPTICS: Ordering Points To Identify the Clustering Structure", ACM SIGMOD'99 Int. Conf. on Management of Data, Philadelphia, 1999.

Derin Aşırı Öğrenme Makinesi ile Yüz Tanıma

Deep Extreme Learning Machine for Face Recognition

Abdulkadir ŞENGÜR

Teknoloji Fakültesi
Elektrik - Elektronik Mühendisliği Bölümü
Fırat Üniversitesi
Elazığ, Türkiye
ksengur@firat.edu.tr

Özetçe—Bu makalede, yerel alıcı alanlar aşırı öğrenme makinesi (YAA-AÖM) ile yüz tanıma gerçekleştirilmiştir. Yüz tanıma, görüntü işleme ve makine öğrenmesi alanlarında ilgi çeken önemli bir uygulamadır. Konu ile alakalı literatürde birçok metot mevcuttur. Temel bileşen analizi (TBA) tabanlı özyüz ve doğrusal ayrıştırma analizi (DAA) tabanlı Fisheryüz önemli örnekler arasındadır. TBA, yüz görüntülerinin temel bileşenlerini elde edip, adı verilen bu temel bileşenlerin doğrusal bileşimi ile yaklaşık olarak yüz görüntülerini modellemeyi amaçlar. DAA ise aydınlanma ve poz değişiminden daha az etkilenir. Son zamanlarda, büyük veri tabanları ile yüz tanıma, derinyüz kavramını doğurmuştur. Geriye yayılım öğrenme algoritması kullanan Evrişimsel sinir ağlarının (ESA) başarılı yüz tanıma uygulamaları mevcuttur. ESA'nın eğitim sürecinin uzun olması ve eğitim sürecinde yerel bir çözüme takılma ihtimali önemli dezavantajları olarak bilinir. Aşırı öğrenme makinesi (AÖM), geriye yayılım algoritmasının bazı dezavantajlarını gidermek için önerilmiş popüler bir sınıflandırma yöntemidir. AÖM iyi genelleme performansı, aşırı hızlı öğrenme yeteneği ve düşük işlem karmaşıklığı gibi önemli avantajlara sahiptir. Yerel alıcı alanlar (YAA) bilgisinin AÖM içine entegre edildiği YAA-AÖM yapısı, ESA'ya alternatif bir model olarak önerilmiştir. Böylece bu çalışmada, YAA-AÖM ile yüz tanıma gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla genişletilmiş Yale B yüz veri seti kullanılmıştır. Gerçekleştirilen deneysel çalışmalar ve karşılaştırmalar YAA-AÖM'nin yüz tanıma başarılı olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler—Yüz tanıma, Derin öğrenme, Yerel alıcı alanlar ve Aşırı öğrenme makinesi.

Abstract—In this paper, face recognition was conducted with local receptive fields based extreme learning machine (ELM-LRF). Face recognition is an important application which gains quite interest in image processing and machine learning communities. Principle component analysis (PCA) based eigenface and linear discriminant analysis (LDA) based Fisherface are important examples of the application. PCA obtains the principle components of the face images and then models the face images by using a linear combination of these principle components. LDA has resistant due to illumination and pose variations. Recently, face recognition in huge dataset prorates deepface concept. Convolutional neural network (CNN), which uses back propagation (BP) learning algorithm, has successful face recognition applications. CNN has long training periods and due to the BP, it tends to reach a local minimum. ELM, which was proposed to overcome some deficiencies of BP algorithm, is a powerful classification tool. ELM has better generalization performance whose learning speed can be much

faster than traditional feedforward network learning algorithms. Integrating Local receptive fields (LRF) information into ELM makes ELM-LRF as an alternative tool to CNN. Thus in this work, we conducted face recognition with ELM-LRF structure. To this end, extended Yale B face dataset has been used in extensive experimental works. The obtained results and comparisons showed that ELM-LRF was quite successful in face recognition.

Index Terms—Face recognition, deep learning, local receptive fields, and extreme learning machine.

I. GİRİŞ

Yüz tanıma, diğer bir ifade ile verilen bir görüntüde veya videoda var olan yüzün veya yüzlerin belirlenip daha sonra belirlenen bu yüzün veya yüzlerin kime ait olduğunu tespit edilme süreci olarak bilinen popüler bir görüntü işleme uygulamasıdır. Konu, her dönem cazip olmasına rağmen, akıllı telefonların hayatımıza girmesi ile kendisine olan ilginin hayli yüksek olduğu bir döneme girilmiştir.

İlk yüz tanıma uygulamaları 1950'li yıllara dayansa da, günümüze kadar ulaşan başarılı çalışmalar 90'lı yıllarda yapılmıştır [1]. Temel bileşen analizine (TBA) dayalı yüz tanıma, 1991 yılında Turk ve Pentland tarafından önerilmiştir [1]. TBA, yüz görüntülerinin temel bileşenlerini elde edip, özyüz adı verilen bu temel bileşenlerin doğrusal bileşimi ile yaklaşık olarak yüz görüntülerini modellemeyi amaçlar. TBA tabanlı yüz tanımanın en önemli sorunlarından biri aydınlanma ve poz değişimlerine duyarlı olmasıdır. Aydınlanma ve poz değişiminden daha az etkilenen Fisheryüzler, görüntü uzayını daha düşük boyutlu öznitelik uzayına düşürürken, sınıf içi değişimleri azaltan ve sınıflar arası değişimleri arttıran Doğrusal Ayrıştırma Analizi (DAA) yöntemini kullanır [2]. Sıfır-uzay temelli yüz tanıma, Fisheryüzler yönteminde kullanılmayan düşük varyanslı bilgilerin de kullanılmasını sağlayan başarılı yöntemlerden biri olmuştur [3]. Yüz tanımayı belirli bir modele bağlı olarak gerçekleştiren yüz tanıma çalışmaları, model tabanlı yöntemler olarak adlandırılmaktadır [4]. Yüz görüntülerinin kurulan bir model parametreleri yardımıyla tam olarak ifade edilebilmesi esas amaçtır. Aynı zamanda bu model parametreleri kişinin tanınması, poz tahmini, yüz ifadesinin saptanması gibi problemlerin çözümünde de sıklıkla kullanılmaktadır.



Şekil 1. Genişletilmiş Yale B veri seti için bazı örnek yüz imgeleri

Son zamanlarda, derin öğrenme algoritmalarının gelişimi ve etkili kullanımı ile birlikte derinyüz tanıma yöntemi ortaya çıkmıştır [5]. Derinyüz tanıma, evrimsel sinir ağı (ESA) tabanlı bir yöntem olup, büyük yüz veri tabanlarında (2.6 milyon yüz görüntüsü) yüksek tanıma başarımlarını göstermiştir. Derinyüz tanıma algoritmasının bu denli başarılı olmasının altında yatan sır, kullanmış olduğu öğrenebilen yerel süzgeçlere sahip ESA ağı yapısıdır. ESA ağı mimarisi, bir giriş imgesi pikselleri arasındaki uzamsal bilgiyi kullanmayı amaçlamaktadır. ESA'lar evrişim ve toparlama olarak adlandırılan iki temel işlemi kapsamaktadır. Bu işlemler ağına ardışık katmanlarında gömülüdürler. Evrişim ve toparlama işlemleri, sınıflandırmaya yardımcı olan yüksek seviyeli özellikler elde etmeyi amaçlar. ESA'nın en büyük dezavantajları, eğitim sürecinin uzun olması ve eğitim esnasında yerel bir çözüme takılma ihtimali, olarak gösterilebilir. Aşırı öğrenme makinesi (AÖM), geriye yayılım algoritmasının bazı dezavantajlarını gidermek için önerilmiş popüler bir sınıflandırma yöntemidir [6]. AÖM iyi genelleme performansı, aşırı hızlı öğrenme yeteneği ve düşük işlem karmaşıklığı gibi önemli avantajlara sahiptir. Yerel alıcı alanlar (YAA) bilgisinin AÖM içine entegre edildiği YAA-AÖM yapısı, ESA'ya alternatif bir model olarak önerilmiştir [7].

Bu çalışmada AÖM-YAA yapısı kullanılarak yüz tanıma gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla daha kapsamlı bir veri tabanı olan genişletilmiş Yale B yüz veri seti kullanılmıştır. Gerçekleştirilen deneysel çalışmalar umut vericidir.

II. AŞIRI ÖĞRENME MAKİNESİ (AÖM)

AÖM, Tek Gizli Katmanlı ve İleri Beslemeli (TGKIB) bir ağı modeli için kullanılan basit bir öğrenme algoritmasıdır [8]. AÖM hızlı öğrenebilme yeteneğinin yanı sıra geleneksel geri yayılım algoritması ile öğrenen ileri beslemeli ağlara göre daha iyi genelleme başarımına sahiptir. AÖM'nin öğrenme algoritması aşağıdaki gibi tanımlanır;

Belirli bir N girdi-çıkış ilişkisi x_i ve t_i parametreleri ile gösterilsin. Burada $x_i = [x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}]^T \in \mathbb{R}^n$ ve $t_i = [t_{i1}, t_{i2}, \dots, t_{im}]^T \in \mathbb{R}^m$ şeklinde ifade edilir. $\tilde{N}$ tane gizli sinir hücresi ve $g(x)$ aktivasyon fonksiyonuna sahip standart TGKIB matematiksel olarak aşağıdaki gibi modellenir:

$$\sum_{i=1}^{\tilde{N}} \beta_i g(w_i \cdot x_j + b_i) = o_j, \quad j = 1, \dots, N \quad (1)$$

Burada $w_i = [\omega_{i1}, \omega_{i2}, \dots, \omega_{in}]^T$, i 'nci gizli katman sinir hücresine ve giriş sinir hücresine bağlı olan ağırlık vektörüdür, $\beta_i = [\beta_{i1}, \beta_{i2}, \dots, \beta_{im}]^T$ ise i 'nci gizli sinir hücresine ve çıkış sinir hücrelerine bağlı olan ağırlık vektörüdür. b_i ise i 'nci gizli sinir hücresinin eşik değeridir. $w_i \cdot x_j$ ise w_i ve x_j 'nin içsel çarpımını ifade eder.

$\tilde{N}$ tane gizli sinir hücresine ve $g(x)$ aktivasyon fonksiyonuna sahip standart TGKIB ortalama sıfır hataya yaklaşabilir, $\sum_{j=1}^{\tilde{N}} \|o_j - t_j\| = 0$, β_i, w_i ve b_i arasındaki ilişki aşağıdaki eşitlikte verilmiştir;

$$\sum_{i=1}^{\tilde{N}} \beta_i g(w_i \cdot x_j + b_i) = t_j, \quad j = 1, \dots, N. \quad (2)$$

Denklem 2'de verilen N tane eşitlik, Denklem 3'deki gibi kısaltılabilir:

$$H\beta = T \quad (3)$$

Burada;

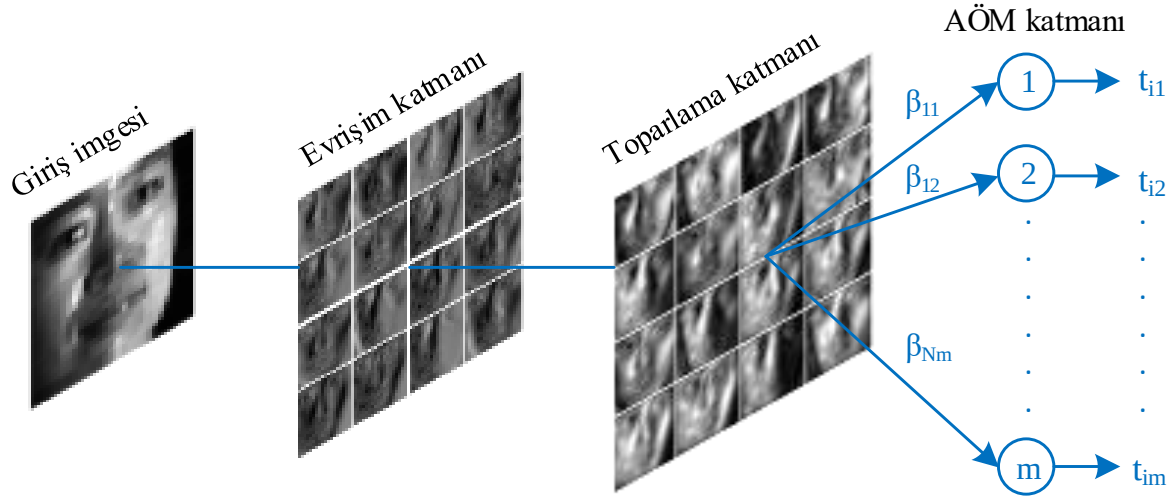
$$H = \begin{bmatrix} g(w_1 \cdot x_1 + b_1) & \dots & g(w_{\tilde{N}} \cdot x_1 + b_{\tilde{N}}) \\ \vdots & \dots & \vdots \\ g(w_1 \cdot x_N + b_1) & \dots & g(w_{\tilde{N}} \cdot x_N + b_{\tilde{N}}) \end{bmatrix}_{N \times \tilde{N}} \quad (4)$$

$$\beta = \begin{bmatrix} \beta_1^T \\ \vdots \\ \beta_{\tilde{N}}^T \end{bmatrix}_{\tilde{N} \times m} \quad \text{ve} \quad T = \begin{bmatrix} t_1^T \\ \vdots \\ t_N^T \end{bmatrix}_{N \times m} \quad (5)$$

Sinir ağının gizli katmandaki çıkış matrisi H diye adlandırılır ve H 'ın i 'nci sütunu $x_1, x_2, \dots, x_N$ girişlerinin i 'nci gizli sinir hücrelerinin çıkış vektörüdür.

III. YEREL ALICI ALANLAR AŞIRI ÖĞRENME MAKİNESİ (YAA-AÖM)

Yerel alıcı alanlar aşırı öğrenme makinesi iki aşamalı bir ağı yapısıdır [7]. Birinci aşama, öğrenmenin olmadığı, evrişim ve toparlama işlevlerini kapsar. İkinci aşamada ise en küçük kareler çözümünü ile β 'nin analitik olarak hesaplanması gerçekleştirilir. Toparlama işlevi için kare/karekök kullanılmaktadır. İlgili aşamalar aşağıda ayrıntılı olarak verilmiştir.



Şekil 2. Gerçekleştirilen çalışmanın görsel sunumu

a) **Birinci aşama:** Daha öncede belirtildiği gibi bu aşamada herhangi bir ağırlık yenilenmesi olmamaktadır. Diğer bir ifade ile bu aşamada öğrenme olmamaktadır. Evrişim katmanında kullanılan K adet $r \times r$ YAA filtresinin ağırlıklar rasgele seçilir. Eğer öznitelikleri çıkarılacak giriş imgesinin boyutu $d \times d$ ise, evrişim katmanı sonunda $(d-r+1) \times (d-r+1) \times K$ boyutlu öznitelik haritası elde edilir. Toparlama katmanında, verilen bir pencere boyutunda öznitelikler toplanır. Daha öncede belirtildiği üzere, YAA-AÖM yapısında kare/karekök toparlama işlevi kullanılmaktadır.

b) **İkinci aşama:** Bir önceki aşamada her bir giriş imgesi için elde edilen öznitelikler bir matriste birleştirilerek eğitim veri seti elde edilir. Bu aşama ise sadece AÖM'nin gizli katman ile çıkış arasındaki ağırlık vektörü β 'nin analitik olarak hesaplanmasını gerektirir. Diğer bir ifade ile önceki aşamada elde edilen öznitelik matrisi, $H \in R^{N \times (d-r+1)^2}$ matrisi olarak kabul edilir ve β analitik olarak şöyle hesaplanır;

$$\beta = \begin{cases} H^T \left(\frac{I}{C} + HH^T \right)^{-1} T & \text{eğer } N \leq K \cdot (d-r+1)^2 \\ \left(\frac{I}{C} + HH^T \right)^{-1} H^T T & \text{eğer } N > K \cdot (d-r+1)^2 \end{cases}$$

Burada T , eğitim veri seti için sınıf etiketlerini, I birim matrisi ve C ise regülasyon katsayısı olarak adlandırılır.

IV. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu bölümde YAA-AÖM yapısının başarımlarını değerlendirmesi için bilgisayar ortamında bir dizi deneysel çalışmalar yapılmıştır. Çalışma için genişletilmiş Yale B veri seti kullanılmıştır [9]. Bu veri setinde 28 farklı kişiye ait 9 farklı pozda, 64 farklı ışıklandırma koşulunda toplam 16128 imge bulunmaktadır. Bu imgelerden, 32×32 piksellik sadece yüz bölgesi alınmıştır. Şekil 1'de genişletilmiş Yale B veri seti için bazı örnek yüz imgeleri verilmiştir.

Gerçekleştirilen çalışmanın görsel sunumu Şekil 2'de verilmiştir. Deneysel çalışmalar sırasında veri setinde bulunan yüz imgeleri sırası ile p ($= 5, 10, 20, 30, 40, 50$) kadar imge eğitim için, kalan görüntüler ise test için kullanılmıştır.

Örneğin $p=5$ alındığında her bir bireyin rasgele 5 tane yüz imgesi sistemin eğitimi için ve kalan diğer resimler de sistemin test edilmesi için kullanılmıştır. Böylece sistemin farklı sayıda eğitim verisi için başarı test edilebilmiştir. Ayrıca, her bir deney 50 kez tekrarlanmış ve başarımların ortalaması ve standart sapması hesaplanmıştır.

YAA-AÖM'nin ayarlanabilir 4 parametresi mevcuttur. Bunlar sırası ile evrişim filtresi boyutu r , evrişim filtresi sayısı K , toparlama boyutu ve C regülasyon katsayısıdır. K değeri 16, evrişim filtresi boyutu 5, toparlama filtresi boyutu 3 olarak belirlenmiştir. En uygun C değerinin belirlenmesi için $2^{-10}, 2^{-8}, \dots, 2^8, 2^{10}$ aralığında ızgara araması yapılmış ve minimum hatanın elde edildiği C değeri seçilmiştir. Şekil 3 ve 4'de sırası ile evrişim katmanı ve toparlama katmanı sonrasında elde edilen öznitelik haritaları gösterilmiştir.



Şekil 3. Evrişim sonrası öznitelik haritaları

Elde edilen sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir. Tabloda, deneysel çalışmalarda elde edilen hatanın ortalaması ve standart sapması her bir eğitim seti için verilmiştir. Tablo 1'de verilen ortalama hata oranlarından, eğitimde kullanılan imge

sayısının artmasıyla orantılı olarak ortalama hata değerinin de düştüğü görülmektedir.



Şekil 4. Toparlama sonrası öznelilik haritaları

Tablo 1. Genişletilmiş Yale B veri seti için başarımlar (%)

	5 imge	10 imge	20 imge	30 imge	40 imge	50 imge
YAA-AÖM	26.9±1.9	12.1±1.4	3.9±0.8	1.4±0.5	0.6±0.3	0.3±0.3

Örneğin eğitim için kişi başı 5 imge kullanıldığında ortalama sınıflandırma hatası % 26.9 iken, bu değer 50 imge için %0.03'lere kadar düşmüştür. Tablo 2'de YAA-AÖM'nin diğer bazı önemli yüz tanıma yöntemleri ile başarımlarını karşılaştırması verilmiştir. Bun yöntemler sırası ile Özyüz ve Fisheryüzler yöntemleridir.

Tablo 2. Başarımların karşılaştırılması (%)

	5 imge	10 imge	20 imge	30 imge	40 imge	50 imge
YAA-AÖM	26.9±1.9	12.1±1.4	3.9±0.8	1.4±0.5	0.6±0.3	0.3±0.3
Özyüz	63.6±1.6	46.4±1.1	30.4±1.1	22.5±1.2	18.1±1	15.7±1.5
Fisheryüzler	24.5±1.8	12.5±1.1	8.7±0.9	13.3±1.2	4.4±0.7	2.2±0.6

Tablo 2'ye genel olarak bakıldığında YAA-AÖM yapısının karşılaştırma yapılan her iki yöntemden de başarılı olduğu görülmektedir. Sadece eğitim için 5 imge kullanıldığında Fisheryüzler YAA-AÖM'den daha düşük ortalama başarımlar elde etmiştir. Diğer taraftan eğitim için daha çok sayıda imge kullanıldığında YAA-AÖM'nin başarımlarının diğer yöntemlere kıyasla daha yüksek olduğu görülmüştür.

V. SONUÇLAR

Bu çalışmada YAA-AÖM yapısı ile yüz tanıma gerçekleştirilmiştir. Yöntem, ESA ile kıyaslandığında oldukça basit ve bir o kadarda kullanışlıdır. Eğitim süreci herhangi bir iterasyon gerektirmediği için kısadır. Öğrenilmesi gereken parametre sayısı olarak da düşünüldüğünde yine önemli avantajlar sunmaktadır. YAA-AÖM'nin başarımlarını genişletilmiş Yale veri seti B kullanılarak test edildi ve ayrıca literatürde var olan iki popüler yüz tanıma yöntemi ile kıyaslandı. Elde edilen sonuçlar YAA-AÖM yapısının nesne tanıma uygulamalarında kullanılabilecek önemli bir araç olduğu sonucu çıkarılmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] M.A. Turk and A.P. Pentland. Face recognition using eigenfaces. In IEEE Computer Society Conference Computer Vision and Pattern Recognition, pages 586-591, 1991.
- [2] Belhumeur, P.N., Hespanha, J.P., Kriegman, D.J.: Eigenfaces vs. Fisherfaces: Recognition using class specific linear projection. IEEE Trans. PAMI 19 (1997) 711- 720
- [3] W.Liu, Y. Wang, S.Z. Li, T.Tan, Null Space-based Kernel Fisher Discriminant Analysis for Face recognition, Proc. of the 6th IEEE Int. Conf. on Face and Gesture Recognition FGR'04, 2004.
- [4] T. Ezzat and T. Poggio. Facial Analysis and Synthesis Using Image-Based Models. In International Workshop on Automatic Face and Gesture Recognition 1996, pages 116–121, Killington, Vermont, 1996.
- [5] Parkhi, Omkar M., Andrea Vedaldi, and Andrew Zisserman. "Deep face recognition." British Machine Vision Conference. Vol. 1. No. 3. 2015.
- [6] Huang, G.-B., Zhu, Q.-Y. ve Siew, C.-K., "Extreme learning machine: theory and applications", Neurocomputing, Cilt 70, No 1, 489-501, 2006.
- [7] G.-B. Huang, Z. Bai, L. L. C. Kasun, and C. M. Vong, "Local receptive fields based extreme learning machine," IEEE Computational Intelligence Magazine, vol. 10, pp. 18–29, 2015.
- [8] Huang, G.-B., Zhu, Q.-Y., & Siew, C.-K. (2006). Extreme Learning Machine: Theory and Applications. Neurocomputing, 70, 489-501.
- [9] <http://cvc.yale.edu/projects/yalefaces/yalefaces.html>

İçerik Tabanlı İstenmeyen SMS Filtreleme için Mobil Uygulama Geliştirilmesi ve Sınıflandırma Algoritmalarının Karşılaştırılması

Onur KARASOY
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Bilgi İşlem
Dairesi Başkanlığı
Muğla, Türkiye
okarasoy@mu.edu.tr

Serkan BALLI
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Bilişim
Sistemleri Mühendisliği Bölümü
Muğla, Türkiye
serkan@mu.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, metin madenciliğine dayalı içerik tabanlı sınıflandırma işlemi yapılarak spam (istenmeyen) SMS mesajları filtreleyebilen mobil uygulama geliştirilmesi hedeflenmiştir. Mobil telefona gelen tüm mesajlar analiz edilip özellik çıkarımları yapılarak, spam olup olmadığına göre etiketlenmektedir. Heterojen mesaj veri tabanı oluşturmak için, farklı bölgelerden farklı yaş gruplarına ait insanlardan mesajlar toplanmıştır. Toplanan mesajlar, özellik çıkarımları kullanılarak üç farklı sınıflandırması ile analiz edilmiş ve elde edilen sonuçlar tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Spam Sms, Kısa Mesaj Filtreleme, Metin Madenciliği, Sınıflandırma, Mobil Uygulama, Random Forest, Bagging, Random Subspace.

Developing Mobile Application for Content Base Spam SMS Filtering and Comparison of Classification Algorithms

Abstract

The aim of this paper is to develop a mobile application for spam SMS filtering with content base classification process founded on text mining. All incoming messages are analyzed with feature extraction and labeled if the message is spam or not. To create a heterogenic dataset, messages are collected from people who live in different regions and with different age groups. The collected messages are analyzed with three different algorithms using extracted features and results are discussed.

Keywords: Spam Sms, Sms Filtering, Text Mining, Classification, Mobile Application, Random Forest, Bagging, Random Subspace.

1. GİRİŞ

Mobil iletişimde çok sık kullanılan iletişim bileşenlerinden bir tanesi kısa mesaj servisi (Short Message Service-SMS). Bu yüzden e-posta iletişimde olduğu gibi reklam ve başka amaçlarla kullanıcının izni olmadan rahatsız edici mesaj gönderenlerin hedefi haline gelmiş ve giderek büyüyen bir problem olarak hayatımızda yer almaktadır [1]. SMS, ucuz ve

kullanımı kolay olması sebebiyle özellikle reklamların, promosyonların ve duyuruların alıcılara ulaştırılmasında kullanılacak yöntemlerin başında gelmektedir. İstenmeyen e-postalar üzerine uzun zamandır çalışılmış ve birçok filtreleme tekniği geliştirilmiştir. E-posta sağlayıcıları bu filtreleme yöntemlerini kullanıcılarına sunmaktadır. E-postalardaki istenmeyen mesaj önleme tekniklerinin tamamını mobil telefonlarda kullanmak, gerek işlem kapasitesi gerekse işlem hızının önemi göz önüne alındığında makul bir çözüm olamamakla

birlikte, yapılan çalışmalarda filtreleme işlemi için yüksek işlem gücüne sahip işlemcilerin bile gerekli olduğu vurgulanmıştır [2].

Spam mesajlara çoğunlukla doğu ülkelerinde rastlanmaktadır. Kore ve Çin gibi bazı ülkelerde spam SMS trafiği spam e-posta trafiğinden daha çoktur. Çünkü batı ülkelerinde spam SMS göndermek oldukça maliyetli bir işlemdir [3]. Alınan spam mesajlar sadece alıcıları rahatsız etmekle kalmayıp gerçekten okunması gereken acil mesajları da görmelerine dolaylı olarak engel olmaktadır.

Literatürde yapılmış çalışmalarda filtreleme için, içerik tabanlı, gönderici tabanlı veya beraber kullanılan filtreleme yöntemleri kullanılmaktadır.[4] Najadat vd. yaptıkları çalışmada SMS metinlerinden oluşturdukları sözcük vektörüne göre 12 farklı metot ile spam mesaj tespiti yapmışlardır. Çalışmada, Discriminative Multinomial Naïve Bayes yönteminin en iyi sonuç olduğu sonucuna varılmıştır.[5] Deng vd. tarafından yapılan çalışmada, Naive Bayes Sınıflandırması kullanılarak kullanıcının kendi telefonunda sınıflandırma işleminin yapılması sağlanmaktadır. Kullanıcıdan alınan bilgilere göre, sistem yeniden eğitilerek belirli zamanlarda kullanıcının telefonundaki uygulama güncellenmekte ayrıca aldığı dönütlerle spam mesaj gönderen kullanıcılar belirlenip filtreleme başarısı arttırılmaktadır.[6] Yadav vd. içerik tabanlı filtrelemelerde sık kullanılan Bayesian yöntemle, anahtar kelimelerin birer özellik olarak kullanıldığı kullanıcıdan da bilgileri alınarak bu anahtar kelimelerin ağırlıklarının değiştirilebildiği bir istenmeyen SMS filtreleme uygulaması geliştirmişlerdir.[7] Zhang ve Wang yaptıkları çalışmada Bayesain yöntemi ve anahtar kelime kullanılmıştır ve sisteme ayrıca blacklist (kara liste) ve whitelist(beyaz liste) özellikleri eklenerek SMS filtreleme işlemi gerçekleştirilmiştir.[8] Joe ve Shim'in yaptıkları çalışma ise 3 modüle bölünerek gerçekleştirilmiştir. İlk aşama anahtar kelimelerden vektör oluşturulmuştur. Bu oluşturulan vektörden ağırlıklarına göre anahtar kelimeler seçilmiştir. Öğrenme aşamasında SVM yöntemi kullanılarak sınıflandırma işlemi

yapılmış ve son olarak göndericinin telefon rehberinde kayıtlı olup olmadığı bilgisi ile mesajın spam olup olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Önceki yapılan çalışmalarda mesajlar spam veya normal mesajlar olarak sınıflandırılmıştır. Bu çalışmada filtreleme işlemi iki sınıf için (spam, normal) ve üç sınıf için (spam, normal, bildiri) üç farklı yöntemle (Random Forest, Bagging, RandomSubSpace) analiz edilmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

2. SINIFLANDIRMA METOTLARI

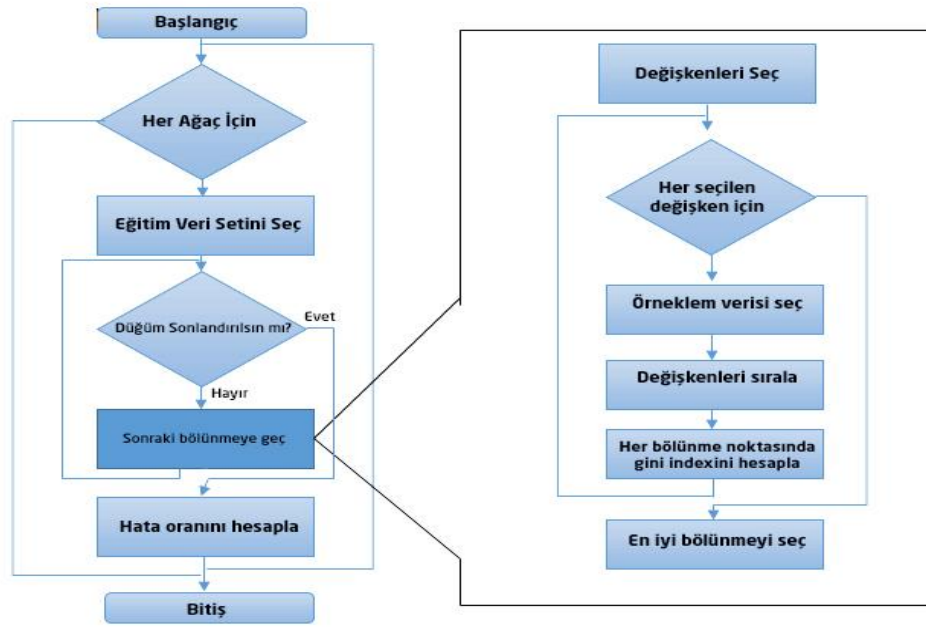
2.1. Rasgele Orman (Random Forest)

Rasgele orman algoritması Breiman tarafından geliştirilen bir ensemble(topluluk) algoritmasıdır [9]. Birçok karar ağaçlarından oluşmaktadır. Bu yöntem esnasında rasgele ormandaki her bir ağaç için veri setinden örneklem seçilir ve seçilenlerin 2/3'ü ağaç oluşturmada kullanılır ve sınıflandırılır. Bu sınıflamalar hata oranlarına göre oy alırlar. Rasgele orman algoritması ise yapı içerisindeki tüm ağaçlardan en çok oy alanın sınıflamasını seçer[10]. Rasgele orman algoritması Şekil 1'de gösterilmiştir [11].

2.2. Bagging

Bagging algoritması Leo Breiman tarafından geliştirilmiş bir yöntemdir [12]. Bagging veya "bootstrap aggregating" olarak bilinen bu yöntem sınıflandırma ve regresyon problemleri ile kullanılabilir. Varyansı azaltarak tahmin kabiliyetini geliştirmektedir[13].

Bagging Yöntemi, N örnekten oluşan eğitim veri setinden yine N örnekli bir eğitim seti, yerine koymalı rastgele seçimle üretilir. Bu işlemden sonra eğitim örneklerinin bazıları yeni üretilen eğitim veri kümesinde yer almazken bazıları birden fazla kez yer alabilir. Topluluktaki temel öğrencilerin her biri bu şekilde üretilmiş birbirinden farklı örnekler içeren eğitim kümeleriyle eğitilirler ve sonuçları çoğunluk oylaması ile birleştirilir [14].



Şekil 1 Rasgele Orman Algoritması Akış Şeması

2.3. Random Subspace (Rasgele Alt Uzay)

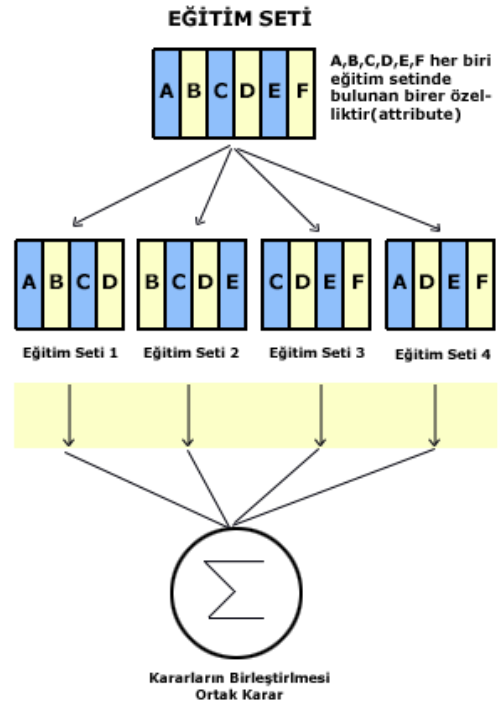
Random Subspace algoritması, Öğrenci uzay topluluğundaki her bir öğrenciyi, özelliklerin tamamını kullanmak yerine rasgele seçim yönetimi ile alt eğitim setleri oluşturup eğitmeyi hedefler. Ho, bu özellik seçiminde toplam özellik sayısının yarısının kullanılmasını önermiştir. Öğrenciler yeni oluşturulan eğitim setleri ile eğitilir ve farklı kararlar birleştirilerek son karar oluşturulur [15]. Şekil2’de Random Subspace çalışma prensibi örneği gösterilmiştir [16].

3. VERİLERİN HAZIRLANMASI

İçerik tabanlı SMS filtrelemede mesajın yapısının yanında kullanılan dilde önemlidir. Aynı filtreleme yöntemi farklı dillerde farklı sonuçlar verebilir. Açık olarak ulaşılabilecek SMS veri setleri arasında Türkçe veri seti olmadığından bu çalışma için yeni SMS veri seti oluşturulmuştur.

3.1. SMS Veri seti

SMS’lerin doğru analizi için veri setini oluşturmada farklı bölgelerden farklı yaş gruplarından toplam 5333 adet Türkçe kısa mesaj toplanmıştır. Tablo 1’de gösterildiği gibi bu mesajların 3144 tanesi spam mesaj 1476 tanesi bildiri, 713 tanesi normal mesajdır.



Şekil 2 Random Subspace Çalışma Prensibi

TABLO 1 VERİ SETİ MESAJ DAĞILIMLARI

SPAM MESAJ	BİLDİRİ MESAJI	NORMAL MESAJ
3144	1476	713

TABLO 2 ÖRNEK MESAJLAR VE ÖZELLİKLERİ

Mesaj	ML	MU	MUp	MP	ME	SA	NA	BA	MTip
DOGA İLE BASBASA KAZDAGI TERMAL RESORT SPA OTELDE TAM PANSİYON PLUS 3 GECE 4GÜN KİSİ BASI TOPLAM 290TL 0-6 YAS COÇUK ÜCRETSİZ www.kazdagitermal.com 02522220621	159	1	0,669	0,022	0	31	22	0	Sp
Kusura bakma ben gec yazmışım kardesim :) minibusteyim :) okulda gorusuruz :)	77	0	0.015	0.045	0.045	60	198	0	No
TV+ Cep Basic Paketi (SES) aboneliginiz 29.09.2015 tarihinde isteginizle iptal edilmistir. Faturaniza yansitilacak ucret kullandiginiz sure uzerrinden hesaplanacaktır.	166	0	0.06	0.034	0	98	0	295	Bi
*Kısaltmalar : ML = Mesaj Uzunluğu MU = URL Durumu MUp = Mesajdaki Büyük Harf Yoğunluğu MP = Mesajdaki noktala işareti yoğunluğu ME = Mesajdaki Duygusal İfadeler (Emojiler) SA = Mesajın Spam Anahtar Kelimelerine göre Ağırlığı NA = Mesajın Normal Anahtar Kelimelerine göre Ağırlığı BA = Mesajın Bildiri Anahtar Kelimelerine göre Ağırlığı MTip = Mesajın Sınıfı Sp = Spam Mesaj No = Normal Mesaj Bi = Bildiri Mesajı									

3.2. Verilerin Hazırlanışı ve Özelliklerin belirlenmesi

Toplanan mesajlar yapısal olarak incelendikten sonra sınıfların kendilerine ait yapısal özellikleri incelenmiş ve öne çıkan farklar birer özellik olarak seçilmiştir. Tablo 2’de gösterilen mesajlardan da fark edileceği gibi büyük harf, noktalama işaretleri, url durumu, duygusal ifadeler mesajları birbirinden ayırmada etkili olabilecek özelliklerdir.

Veri setinde üç sınıf için en sık geçen kelimeler toplanmış ve ilk 60 kelimeye sıklık durumuna göre 1’den 60’a kadar puanlar verilmiştir. Bu puanlama sistemine göre her mesaj için 3 ayrı sınıfa göre mesaj ağırlıkları hesaplanmıştır.

Anahtar kelimeler belirlenirken mesajlarla ilgili Türkçe karakter problemi ve kelimelerin farklı çekim ekleri almış hallerini ayırt edebilmek için Zemberek[17] adlı doğal dil işleme kütüphanesini kullanılmıştır. Bu kütüphane sayesinde Tablo 3’te de gösterildiği gibi Türkçe karakter problemi olan, çekim eki almış veya hem çekim almış hem de Türkçe karakter problemi olan kelimeler düzeltilmiştir.

TABLO 3 KELİMELERİN KÖKLERİNİN ALINMASI

Mesajdaki Kelime	İşleme Alınacak Hali
ÜCRETSİZ	ücret

kardesim	kardeş
İsteğinizle	istek

Bir kısa mesaj 160 karakterden oluşur. Bu sebeple toplu atılan mesajlarda yani genellikle spam mesajlarda mesaj uzunluğu 160 veya katlarına yakın uzunlukta olduğu gözlemlenmiştir. Bu sebeple Mesaj uzunluğu bir özellik olarak seçilmiştir. Spam mesajların çoğunda URL olduğu tespit edilmiştir, özellikle normal mesajlarda yok denecek kadar az URL bulunduğu gözlenmiştir ve bu sebeple özellik olarak URL durumu da seçilmiştir. Yine normal mesajlarda neredeyse hiç büyük harf kullanılmaması göz önünde bulundurularak büyük harf frekansı (büyük harf sayısı / toplam mesaj uzunluğu) bir özellik olarak tercih edilmiştir. Benzer bir yaklaşımla normal mesajlarda noktalama işaretlerinin çok kullanılmadığı gözlemlendiğinden noktalama işareti frekansı (noktalama işareti sayısı / toplam mesaj uzunluğu) bir özellik olarak belirlenmiştir. Mesajdaki duygusal ifadelerinin(“;”, “x”), “:D” vb...) büyük çoğunlukla normal mesajlarda rastlanmasından dolayı duygusal ifade frekansını bir diğer özellik olarak seçilmiştir.

Mesaj ağırlıkları sonuca yüksek oranda etki eden özellikler olmuştur. Mesaj ağırlıkları üç duruma göre hesaplanmıştır. Spam mesaj ağırlığı, normal mesaj ağırlığı ve bildiri mesajı ağırlığı. Daha önce 3 farklı durum için anahtar kelimeler belirlenmiş ve bunlara ağırlıklar

atanmıştı. Bu aşamada mesajda bulunan anahtar kelimelerin ağırlıkları toplanarak mesaj ağırlıkları hesaplanmıştır. Tablo 4'te 3 sınıf için ilk 20 anahtar kelime gösterilmektedir.

TABLO 4 ANAHTAR KELİME ÖRNEKLERİ

Sınıf	Örnek Anahtar Kelimeler
Spam	Yaz, indir, kampanya, özel, fırsat, alışveriş, bonus, gönderi, mersis, iptal, taksit, üzeri, hediye, tüm, kazan, ürün, ret, hemen, sadece, harca ..
Normal	ben, sen, hoca, tamam, iyi, gel, abi, kardeş, var, çok, bir, yok, bak, bayram, teşekkür, biz, ama, selam, hayır..
Bildiri	kullan, şifre, internet, şube, tarihi, ödem, kargo, giriş, fatura, nolu, işlem, hesap, paket, cep, takip, değer, itibari, saat, müşteri, kod, hak..

4. SINIFLANDIRMA VE MOBİL UYGULAMA

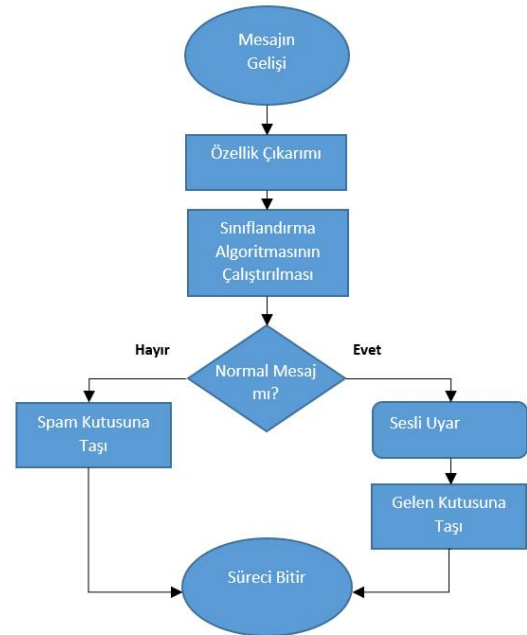
Çıkarılan özellikler ile Random Forest, Bagging ve RandomSubSpace yöntemleri kullanılarak test edilmiştir. Analiz yapılırken veri setinin %60 'ı eğitim verisi %40 test verisi olarak kullanılmıştır.

Tablo 5'daki analiz sonuçlarına göre, 2 sınıf için yapılan analizlerin 3 sınıfa göre yapılan analizlerden toplamda daha doğru yüzdeyle sınıflandırdığı görülmektedir. Tablo 6'da hatalı ve doğru sınıflandırma sayılarına ulaşılabilecek karmaşıklık matrisleri gösterilmiştir. Bu matrislere göre Random forest algoritması örneği için, 2 sınıflı çözüm önerisinde alınan 879 mesaj örneğinden 64 tanesi spam olarak sınıflandırılmıştır. 3 sınıflı çözüm örneğinde ise 283 normal mesajın 9 tanesi spam mesajı 17 tanesi bildiri mesajı olarak sınıflandırılmıştır.

Random Forest algoritmasının her iki sınıf türüne göre daha başarılı sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Mobil uygulamada Random Forest ve 2 sınıf içeren analiz kullanılmıştır.

Hazırlanan mobil uygulama, açık kaynak bir yazılım olan ve Felix Bechstein tarafından geliştirilen SMSdroid uygulaması altyapısını kullanarak oluşturulmuştur [18]. SMSdroid temel mesajlaşma uygulamalarında olması gereken tüm özellikleri içermektedir. Geliştirilen yeni uygulama ile SMS gönderme, SMS alma, MMS gönderme ve MMS alma gibi temel

özelliklerin yanına kullanıcı dostu arayüz tasarımı ve içerik tabanlı SMS filtreleme özelliği de eklenmiştir. Şekil 3 'teki uygulama akış şemasından anlaşılabileceği gibi gelen mesaj, gerekli özellik çıkarımları ve sınıflandırma işlemlerinden sonra, mesaj türüne göre gelen kutusuna gönderilmektedir. Eğer gelen mesaj spam ise kullanıcıyı rahatsız etmeden bu mesajı veri tabanında tutarak Şekil 4'te gösterilen arayüz ile kullanıcı istediği zaman bu mesajları sunmak amaçlanmıştır.



Şekil 3 Uygulama Akış Şeması

TABLO 5 ANALİZ SONUÇLARI

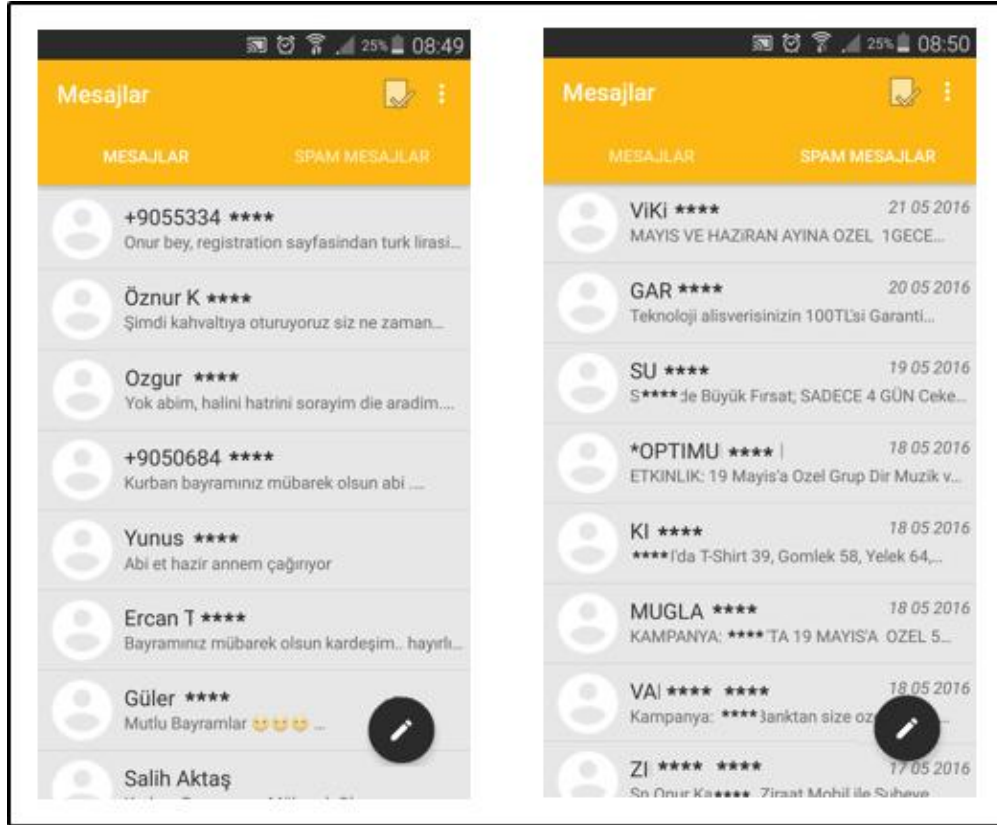
	2 Sınıf İçin (Normal – Spam)		3 Sınıf İçin (Normal-Bildiri-Spam)	
Yöntem	CCI	RMSE	CCI	RMSE
RandomForest	93.7647	0.219	92.1707	0.1961
Bagging	93.1552	0.2324	90.5298	0.215
RandomSubSpace	93.1083	0.2443	91.0924	0.231

*CCI - Correctly Classified Instances(Doğru sınıflandırma yüzdesi)

*RMSE - Root Mean Squared Error (Ortalama Hata Kareleri Kökü)

TABLO 2 ALGORİTMALARIN CONFUSION MATRIX'LERİ

	2 Sınıf İçin Confusion Matrix		3 Sınıf İçin Confusion Matrix		
	Normal	Spam	Bildiri	Normal	Spam
RandomForest	815	64	515	13	68
	69	1185	17	257	9
			52	8	1194
Bagging	809	70	498	23	75
	76	1178	21	253	9
			63	11	1180
RandomSubSpace	802	77	493	17	86
	70	1184	26	251	6
			50	5	1199



Şekil 4 Uygulama Ekran Görüntüleri

5. SONUÇ

Bu çalışmada Türkçe spam mesajlar için metin madenciliğinden faydalanarak sınıflama uygulaması yapılmıştır. Spam mesajların ayırt etmek için mesajların yapıları incelenip doğru sonuca götürecek özellikler belirlenmiştir.

Bildiri mesajlarının yapılarının spam mesajlara benzemesinden dolayı üçüncü bir sınıf

olarak bildiri sınıfı çözüme katılmış ve analiz sonuçları iki sınıflı çözümle karşılaştırılmıştır. 2 sınıflı çözümün daha başarılı olduğu gözlemlenmiştir. Random Forest yöntemi %93.76 ile doğruluk oranı ile en iyi sınıflandırma algoritması olmuş ve uygulamada bu algoritma kullanılmıştır.

Ucuz ve etkili bir yöntem olan kısa mesaj servisi, pazarlama şirketlerinin sık tercih

ettikleri bir yöntem olmasının yanı sıra dolandırıcıların da kullandıkları bir yöntemdir. Promosyon, reklam gibi sebeplerden kullanıcılar normal mesajlara ulaşmada ve kullanmada zorluklar yaşamaktadır. Bu uygulama ile kullanıcıların kısa mesaj servisini verimli kullanarak, istenmeyen mesajlar yüzünden vakit ve enerji kaybını engellemek hedeflenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] S. J. Delany, M. Buckley, and D. Greene, "Sms spam filtering: Methods and data," *Expert Systems with Applications*, vol. 39, no. 10, pp. 9899–9908, 2012.
- [2] N. Wu, M. Wu, and S. Chen, "Real-time monitoring and filtering system for mobile SMS," in *Industrial Electronics and Applications*, 2008. ICIEA 2008. 3rd IEEE Conference on, pp. 1319–1324, IEEE, 2008.
- [3] M. B. Junaid, ve M. Farooq, "Using evolutionary learning classifiers to do mobile spam (SMS) filtering", In *Procs. of genetic and evolutionary computation conference (GECCO)*, 2011.
- [4] Najadat H., Abdulla, N., Abooraig, R. ve Nawasrah S. (2014). Mobile SMS Spam Filtering based on Mixing Classifiers. *International Journal of Advanced Computing Research*,1.
- [5] Deng, W.-W., ve Peng, H., (2006) Research on a Naive Bayesian Based Short Message Filtering System, *International Conference on Machine Learning and Cybernetics*,1233–1237.
- [6] Yadav K., Saha S.K., Kumaraguru P., (2012). Take Control of Your SMSes : Designing an Usable Spam SMS Filtering System , 2012 IEEE 13th International Conference on Mobile Data Management, 23-26 Haziran 2012, Bengaluru, Karnataka.
- [7] Zhang, H.-yan, ve Wang, W. (2009). Application of Bayesian method to spam sms filtering, 2009 *International Conference on Information Engineering and Computer Science*:1-3.
- [8] I. Joe ve H. Shim, "An sms spam filtering system using support vector machine," *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 6485, pp. 577-584, 2010.
- [9] L. Breiman, "Random forests", *Mach. Learn.*, vol. 45, no. 1, pp. 5-32, 2001
- [10] E. Coşgun, E. Karabulut, E. Karaağaoğlu, "Random forest ve destek vektör makinası yöntemleri ile gen seçimi ve sınıflaması", VI. Ulusal İstatistik Kongresi, Antalya, Türkiye, Mayıs 2009.
- [11] L. Breiman, *Manual-Setting Up, Using, And Understanding Random Forests*. Erişim: 10 Mayıs 2016, University of California, Berkeley. https://www.stat.berkeley.edu/~breiman/Using_random_forests_v4.0.pdf
- [12] L. Breiman, "Bagging Predictors, Machine Learning", Vol. 24, 123–140, 1996.
- [13] P. L. Braga, A. L. I. Oliveira, G. H. T. Ribeiro, and S. R. L. Meira, "Bagging Predictors for Estimation of Software Project Effort," *Proc. International Joint Conference on Neural Networks*, pp. 1595 - 1600, 2007.
- [14] M. F. Amasyalı ve O. Ersoy, "Performance based pruning and weighted voting with classification ensembles", 2011 *IEEE 19th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*, pp. 194 – 197, 2011.
- [15] T. K. Ho, "The Random subspace method for constructing decision forests," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 20, pp. 832-844, 1998.
- [16] B. N. Kökcü, R. D. Köse, F. Bulut, M. F. Amasyalı, "Kolektif öğrenme algoritmalarıyla çocuklarda obezite hastalığına yakalanma olasılıklarının hesaplanması", *Akıllı Sistemlerde Yenilikler ve Uygulamaları Sempozyumu*, sf. 57 , 2014.
- [17] Zemberek-NLP Erişim 10 Mayıs 2016 <https://github.com/ahmetaa/zemberek-nlp>
- [18] SMSDroid Erişim 10 Mayıs 2016 <https://github.com/felixb/smsdroid>

Kablosuz Algılayıcı Ağlarında Verimli Kümeleme için Evrimsel Genetik Algoritma Evolutionary Genetic Algorithm for Efficient Clustering of Wireless Sensor Networks

Gamze Doğan
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
Hava Harp Okulu
İstanbul/TÜRKİYE
dgngamze2@gmail.com

Özetçe

Kablosuz Algılayıcı düğümleri sahip oldukları fiziksel özellikler nedeni ile gerek enerji gerekse haberleşme yetenekleri olarak birçok eksikliklere sahiptir. Bu nedenle özellikle enerji kullanımını en aza indirmek için değişik teknikler kullanılmaktadır. Bu tekniklerden bir tanesi de tüm ağı kendi içerisinde kümelenecek, çok seviyeli bir haberleşme ortamı kurularak gönderilen mesaj sayısının azaltılmasıdır. Bu problemin çözülmesi için literatürde farklı yaklaşımlar sergilenmektedir. Bu çalışma kapsamında bir evrimsel algoritma olan genetik algoritmanın kablosuz algılayıcı ağlarında kümeleme yapılması için nasıl kullanıldığı anlatılarak geliştirilmiş olan sistemlerin performans kıyaslaması yapılarak konu ile ilgilenen araştırmacılara bir altyapı oluşturulması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler — Kablosuz algılayıcı ağları; evrimsel genetik algoritma; Enerji verimli kümeleme.

Abstract

Wireless Sensor nodes due to the physical properties they have, possesses several shortcomings as energy and communications capabilities. Therefore, various techniques are used to minimize energy usage. One of these techniques is to cluster the entire network within itself and multi-level the communication environment to reduce the number of messages that are sent. In the literature different approaches for solving this problem are exhibited. Within the scope of this study, two evolutionary algorithms are used for clustering in wireless sensor networks with using genetic algorithm, which were developed by performing a comparison of the performance of the system. The purpose for this study is giving a comparison to the researchers about how to cover this topic.

Keywords — Wireless sensor networks, evolutionary genetic algorithm, energy efficient clustering

1. GİRİŞ

Kablosuz Algılayıcı Ağları (KAA), her biri mikroişlemci, algılayıcı, çalıştırıcı, kablolu/kablosuz telsizlere sahip olan birçok düğümlerden oluşmaktadır.

Kablosuz algılayıcı ağları, çevre izleme, askeri güvenlik ve kontrol, envanter denetimi, tıbbi bakım gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır [1, 2]. Aynı zamanda bu teknoloji her yerde bulunabilecek bir bilgi işlem, yeni nesil mobil iletişim, ITS (Akıllı Ulaşım Sistemi) ve ev ağında kullanılabilecek anahtar teknolojidir. Ancak, pilli çalışan kablosuz algılayıcı düğümler belirli bir yere yerleştirildiğinde, bu pilin ya da kaynağın başka bir enerji ile değiştirilmesi veya yenilenmesi kolay değildir. Bu algılayıcı düğümlerden birisi bütün enerjisini tüketirse ağı bir parçasının bağlantısı kopabilir. Bu nedenle enerji tüketimini mümkün olduğunca azaltmak son derece önemlidir [3, 4].

KAAlarda en fazla enerji tüketimi mesajlaşmalarla olmaktadır. Bu mesaj trafiğini azaltma konusunda sıklıkla kullanılan bir teknoloji de kümeleme yaklaşımıdır. Bu yaklaşım sayesinde bir grup düğüm kendi arasında bir küme oluşturmakta ve bunun içinde bir küme başı (clusterhead) belirlemektedir. Her küme içerisinde üretilen mesajlar, küme başına yönlendirilmekte ve daha sonrada küme başları kendi aralarında bir çok-seviyeli yönlendirme işlemi uygulamaktadırlar [5]. Kümeleme, algılayıcı düğümlerin enerji tüketimini azaltmak için etkili bir yöntemdir. Kümeleme yönteminde, küme başları genellikle veriyi toplama düğümlerine (sink node) göndermeden önce, kendi küme üyelerinden toplanan veriler ile bütünleştirir. Daha sonra elde etmiş olduğu bu özet ve bütünleştirilmiş veriyi komşu küme başlarına iletmektedir. Nihai amaç, bu verinin bir toplama düğümlerine ya da doğrudan internete bağlı bir düğüme iletmektir.

Bu türden olan LEACH (Low Energy Adaptive Clustering) en iyi bilinen kümeleme algoritmalarından biridir. LEACH kullanan algılayıcı ağlar birkaç küme ve her küme için bir küme başı ile üyelerden oluşmaktadır. LEACH algılayıcı düğümlerinin enerji emilimini, olasılık olarak eş olan algılayıcı düğümleri arasındaki küme başlarını eleyerek dengelemektedir.

Genellikle, bir ağda kümeleme yapabilmek için bir sürü durum vardır. Kümelemede kim küme başı olacak ve

düğümlemler hangi kümeye ait olacak gibi sorular tanımlanmaktadır. Bu durumda genetik algoritma, algılayıcı düğümlerinin yaşamını maksimize etmek için en iyi kümelemeyi arama işleminin etkili bir şekilde yapılmasında kullanılmaktadır [6, 7]. Kümeleme işlemi tamamlandıktan sonra ilgili küme içerisinde de yönlendirme algoritmasının nasıl kurulacağı önem teşkil etmektedir. Kaynak [8], bu kapsamda kullanılabilecek bir kural tabanlı haberleşme yaklaşımını göstermekte olup, benzer bir yönlendirme yaklaşımı birçok KAA yapısı içerisinde kullanılmaktadır. Literatürde farklı yaklaşımlar tercih edilmiş olsa da evrimsel süreç nedeniyle genetik algoritmalar, sunulan diğer yöntemlere göre daha etkili sonuç vermektedir. Bu yazıda, kablosuz algılayıcı düğümlerinde enerji tüketimini azaltmak için kullanılan yöntemler incelenecektir.

Bildirinin bir sonraki kısmında, konu ile ilgili temel teşkil edecek teknolojiler anlatılmaktadır. Müteakibinde konu hakkında yapılan akademik çalışmalar incelenmiş ve konu hakkında detaylı bir paylaşım yapılmıştır. En son kısımda ise bu inceleme neticesinde elde edilen bulgular paylaşılmış ve yeni araştırmacılara bir yön çizilmiştir.

II. İLGİLİ ÇALIŞMALAR

A. Genetik Algoritma

Genetik algoritma, gerçek hayattaki karmaşık arama problemlerini çözmek ve evrimsel teknikler kullanılarak optimizasyon elde etmek için kullanılan evrim algoritmasıdır. Genetik algoritmaların temel operasyon akışı Algoritma 1’de gösterilmiştir.

Algoritma 1: Genetik Algoritma

begin:

Başlangıç popülasyonunu oluştur

Her bir kromozomun uygunluğunu değerlendir

while (sonlandırma koşulunu sağlamadığı sürece)

Popülasyondan iki ebeveyn seç

Çaprazlama yap

Mutasyonları yap

Uygunluk değerini hesaplayarak en uygun kromozomu güncelle

end (while)

end (function)

Optimal çözümü bulabilmek için, çaprazlama ve kromozomda arama sürecine ek olarak mutasyon ve kromozomdan dışarı sömürüye “alt optimum yerel minimum yakalanmaktan kaçınmak için” ihtiyaç vardır. Çünkü genetik algoritma basittir, karmaşık hesaplamalar gerektirmez [9] ve bu algoritmalar çeşitli optimizasyon problemlerini çözmek için kullanılmaktadır.

Aynı zamanda genetik algoritmanın kolayca paralelleştirilebilir olması onun gerçek hayatta farklı problemlerin çözümünde güzel bir araç olarak ortaya koymaktadır. Bu sayede çok sayıda değişkene bağlı NP-Zor tip problemler başta olmak üzere değişik tipteki karmaşık problemler, çok sayıda işlemci birimin var olduğu çok işlemcili hesaplama ortamı olan süperbilgisayarlar da yada özellikle günümüzde yaygın bir paralel hesaplama ortamı olarak kullanılan ve evrimsel algoritmaların çözümünde iyi bir aracı olan Compute

Unified Device Architecture-CUDA ortamında rahatlıkla kullanılmakta ve çok hızlı bir çözüm elde etme olanağı sağlamaktadır[10].

B. Genetik Algoritma Kullanan Kümeleme Algoritması

Bugünlerde, genetik algoritma kullanan enerji verimli kümeleme hakkında yapılan araştırmalar aktif bir şekilde yönetilmektedir. Genetik algoritma kümeleme yöntemine göre ayarlandığı zaman, kromozomun genetik ifadesi çok önemlidir. Çünkü performans, düzenlenmiş evrimsel operasyonların nasıl kullanıldığına bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir. Bu bölümde genetik algoritmalar kullanılarak geliştirilmiş olan kümeleme teknikleri incelenecektir.

Değerli işlerde genetik algoritmaları uygulamak için, kromozomlardaki her bir gen algılayıcı ağda bulunan bir düğümdaki rolü temsil etmektedir (küme başı ya da küme üyesi gibi.) [11, 12]. Her düğüm rastgele küme başı olarak seçilmektedir ve küme başı olmayan her bir düğüm alt küme başında bir küme üyesi haline gelmektedir. Kaynak [13]’de, kromozomdaki her bir gen, düğümün tanımlı olduğu kümeyi belirtmektedir. Evrim süreci ilerledikçe, kromozom küme oluşumu hakkında daha iyi bilgi içermektedir.

Bir ağ oluştururken, algılayıcı düğümlerinin konum bilgileri önem taşımaktadır. Çünkü konum bilgileri doğrudan iletişim mesafesiyle ve ağın kullanım süresiyle ilgilidir. Bununla birlikte, 1 boyutlu genetik algoritma çıkarılırken, kümeleme tekniğinde algılayıcı düğümlerinin yerinin bilinmemesi nedeniyle limitler oluşmaktadır. Kromozomlar mutasyon operasyonlarını ve çaprazlamaları geçtikten sonra her bir düğümün bağlı olduğu küme ve rol değişmektedir. Bazı değişimler her bir düğümün yerini etkili bir çıkarım yapmak son derece zor olmaktadır. Bu alanda yapılmış olan iki çalışma incelenecek olup bunlar LA2D-GA (Location Aware 2 Dimensional Genetik Algorithm) ve GAECH (Genetic Algorithm based Energy efficient Clustering Hierarchy) dir.

III. İNCELENEN ALGORİTMALAR

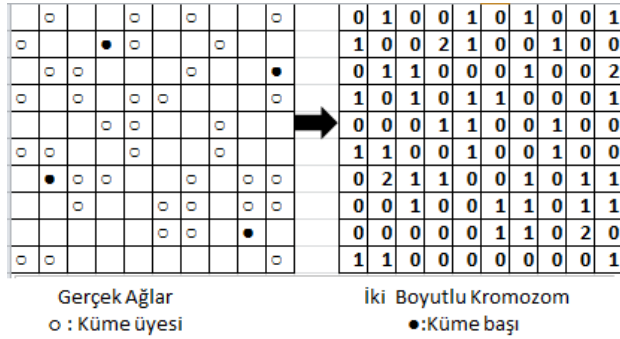
Bu bölümde algılayıcı ağlar için enerji verimli kümeleme yöntemi kullanan LA2D-GA ve GAECH algoritmalarını inceleyeceğiz.

A. LA2D-GA

Bu algoritmadaki 2 boyutlu kromozomlar, algılayıcı düğümlerinin konum bilgisini taşıdığı için düğümler arası yakınlıkla ilgili çeşitli işlemler yapılabilir. Mevcut olan bir boyutlu genetik algoritmadan daha güçlü işlemler yapabilmektedir. Algılayıcı düğümleri küme başları ve üyelerine ayırır ve böylece kümeler oluşturulmuştur. Her küme üyesi hangi kümeye bağlı olduğunu kendisine en yakın küme başını arayarak bulmaktadır. Küme başları kendi küme üyelerinden gelen verileri topladıktan sonra bu bilgileri toplama (sink) düğüme göndermektedir. Bu algoritmada, tüm düğümlerin kararlı olduğu, diğer

düğümlere müdahale ya da iletişim başarısızlığı olmadığı durumlar baz alınarak veri aktarımı yapılmaktadır.

Sabit bir alan ızgaralara ayrılmış olup her bir ızgara içine sadece bir düğüm yerleşebilmekte ve her düğümün kendi koordinatları bulunmaktadır. Burada Şekil 1’de ifade edildiği gibi, “0” ızgara içinde bir düğüm bulunmadığını, “1” küme üyesinin bulunduğunu, “2” ise küme başının bu ızgarada bulunduğunu belirtmektedir.



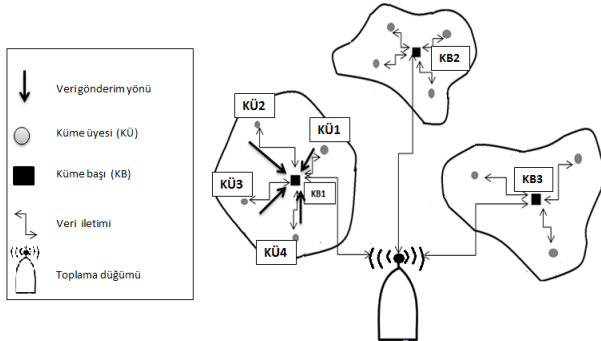
Şekil 1. İki boyutlu kromozom için genetik ifade

Optimal algılayıcı, her bir algılayıcının enerji emilimini minimize eden kalıcı enerji verimli ağ olarak tanımlanmaktadır. Bu algoritmada, iletim maliyetiyle birlikte maliyet fonksiyonunun uygunluğu da hesaplanmıştır. Şekil 2, küme bazlı ağda veri iletim örneğini göstermektedir. Maliyet hesabında, küme üyelerinin verilerini küme başlarına göndermeleri (uzaklığı d_{CH}) ve küme başının bu verileri toplama düğümüne göndermesi (uzaklığı d_{SN}) baz alınmıştır. Bir düğümün güç tüketimi, iletim uzaklığının karesi ile orantılı olduğundan, ağ maliyeti C_{net} formül(1)'deki gibidir. Ağın maliyeti ne kadar küçükse o kadar optimal olmaktadır.

$$C_{\text{net}} = \sum_i \sum_j d_{\text{CH}(i,j)}^2 + \sum_i d_{\text{SN}(i)}^2 \quad (1)$$

i=küme başı sayısı

j=kendi küme başı tarafından yönetilen küme üyesi sayısı



Şekil 2. Küme tabanlı bir ağda veri iletimi

Maliyet, seçim sürecinde ve şimdiki nesil için optimal kromozom değerlendirmesinde kullanılmaktadır.

Seçim yaparken temel amaç, gerçek evrimsel işlemleri gerçekleştirmeden önce (çaprazlama, mutasyon) şimdiki nesil nüfusun ortalama kalitesini arttırmaktır. Bu

algoritma da, sıralama seçimi ve elitist seçim birlikte kullanılmıştır. Elitist seçiminde bilinen en iyi kromozom korunur.

Çaprazlama daha gelişmiş kombinasyonları bulmak için kullanılmaktadır. Burada, çaprazlama olunca genler komşularıyla birlikte diğer bir sektöre gitmektedir. Sonuç olarak, en iyi genetik kombinasyonlar korunurken yeni kromozomlar oluşturulabilmektedir.

Mutasyon, genetik değişim limitinin üstesinden gelmek için genleri rastgele dönüştüren bir keşif sürecidir. Bu algoritmada, bu işlem sırasıyla küçük olasılıklarla bir küme başı ve bir küme üyesini, bir küme üyesi ve bir küme başına dönüştürerek en uygun kromozom için arama imkanı sağlar. Burada küme başlarının anormal artışını önlemek için küme üyesinin küme başına dönüşme olasılığı daha küçük olarak ayarlanmıştır. Mutasyon ve çaprazlama sürecinden sonra, küme başlarının konumu değişmiş olabileceği için kümeler yeniden düzenlenmiştir.

Maliyet analizi de simüle edildikten sonra sonuç olarak, algılayıcı ağlarının enerji verimli kümelerini aramak için geliştirilmiş bu algoritma incelenmiştir. Kümeleri kapsayan algılayıcı ağlarda, toplam enerji tüketimi, küme başları sayısı ve konumlarıyla yakından alakalı olduğu gözlenmiştir. [14]

B. GAECH

GAECH algoritmasında, uygunluk fonksiyonu önceki algoritmalara göre geliştirilmiştir. Uygunluk fonksiyonu bulunan parametreler daha dengeli kümeler oluşturmaktadır ve bunun sonucunda genel enerji tüketimini azaltmak hedeflenmektedir. Önceki algoritmaların aksine, uygunluk fonksiyonu dört bileşenden oluşur. Bunlar:

- (i) tek bir veri toplama turu için toplam enerji tüketimi,
- (ii) kümeler arasındaki enerji tüketiminde standart sapma,
- (iii) Küme başlarının dağılımı,
- (iv) Küme başlarının enerji tüketimi.

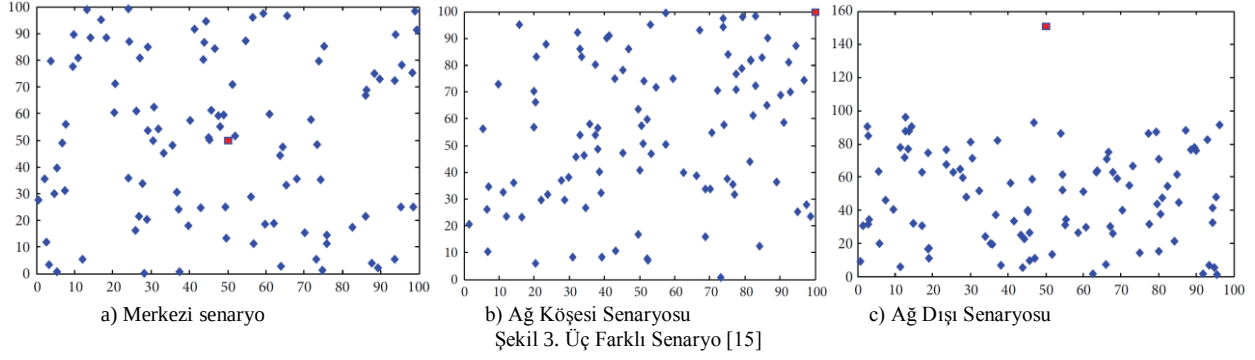
Var olan tüm algoritmaların genel amacı, bulunan ağda enerji tüketimini azaltmaktır. Bu yüzden kromozomlar, uygunluk fonksiyonu hesaplanırken doğrudan alınmaktadır. Toplam enerji tüketimi küme içi ve küme dışı enerji tüketimlerinin toplamıdır.

$$E_{\text{küme içi}} = \sum_{i=1}^n E(i, \text{küme başı}) + E_{RX} + E_{DA} \quad (2)$$

$$EE_{\text{küme dışı}} = \sum_{i=1}^m E(i, \text{baz istasyonu}) \quad (3)$$

$$E_{\text{toplam}} = E_{\text{küme içi}} + E_{\text{küme dışı}} \quad (4)$$

E (i , küme başı)'ye, karşılık gelen küme başı düğümünden i . düğüme enerji tüketimini temsil etmektedir. E_{RX} küme başında harcanan enerjiyi karşılamakta ve E_{DA} küme başlarındaki veri toplanımı için kullanılan enerji tüketimini göstermektedir(2). $E(i, \text{baz istasyonu})$ i . küme başından baz istasyonuna iletim enerjisi göstermektedir(3). " n " ve " m " sırasıyla, bir küme elemanını ve küme başını temsil etmektedir (2) ve (3).



Denklem (4) haberleşme turundaki toplam enerjiyi göstermektedir.

Mevcut algoritmaların çoğu, genel enerji tüketimi azaltmakta ancak kümeler arasındaki enerji tüketiminde başarılı olamamaktadır. Toplam enerji indirgemesi, daha yüksek bir enerji maliyeti ile bir ya da daha fazla kümeyi etkileyebilmektedir. Bu durum, ağdaki bazı düğümlerin erken ölümüne yol açarak ağın genel istikrarının azalmasına neden olmaktadır. Standart Sapma (SD), ağdaki mevcut kümeler arasındaki enerji tüketimi sapmasını hesaplayan bir ölçümdür. (6) 'da daha az SD değeri en istikrarlı ağı temsil etmektedir. Denklem (5) μ değeri hesaplamasını göstermektedir:

$$\mu = \sum_{i=1}^m E_{k\ddot{u}me} / m \quad (5)$$

$$SD = \sqrt{\sum_{i=1}^m (\mu - E_{k\ddot{u}me})^2} \quad (6)$$

Küme başları arasındaki mesafe arzu edildiği gibi seçilebildiği için küme başlarının dağılımı ile dış küme parazitleri azaltılabilir. Küme başlarının uygun dağılımı da ağdaki iyi bağlantı ve ortak iletim yüklenmesini sağlamaktadır:

$$\text{Küme başı dağılımı} = \min \{d(k\ddot{u}mebaşı_i, k\ddot{u}mebaşı_j)\} \\ \text{where } k\ddot{u}mebaşı_i, k\ddot{u}mebaşı_j \in S \quad (7)$$

Herhangi bir küme başı çiftleri arasındaki minimum mesafe (7) alınır ve küme başı düğümlerinin ağ alanında ne kadar uzağa yayıldığı gösterilmektedir. "S" mevcut küme kurulumunda tüm küme başı düğümlerinin kümesi olarak ayarlanmıştır.

Küme başlarının enerji tüketimi, küme başı olmayan düğümler ile karşılaştırıldığında, küme başı düğümleri için daha fazla enerji harcadığı görülmektedir. Dahası, onların üyelerinden veri almak için her zaman uyankı durumda olmaları gerekmektedir. Ayrıca, verileri toplamak ve baz istasyonu düğümlerine göndermek zorundadırlar:

$$E_{toplam, K\ddot{u}me\ başı} = \sum_{i=1}^m E_{k\ddot{u}mebaşı\ i} \quad (8)$$

$$E_{k\ddot{u}mebaşı} = E_{Rx, \ddot{u}ye} + E_{DA} + E_{k\ddot{u}mebaşı, baz\ istasyonu} \quad (9)$$

Denklem (8) geçerli küme kurulumundaki tüm küme başları tarafından tüketilen toplam enerjiyi ve Denklem (9) küme başlarının bireysel enerji tüketimini göstermektedir.

$$\text{Uygunluk fonksiyonu } F = W_1 * E_{toplam} + W_2 * SD + W_3 / k\ddot{u}mebaşıdağılımı + W_4 * E_{toplam, k\ddot{u}mebaşı} \quad (10)$$

Sabit katsayılar " W_1 ", " W_2 ", " W_3 " ve " W_4 " her parametrenin bireysel ağırlık değeridir. Ağırlık değerleri, farklı koşullar altında ve uygulama ihtiyacına dayalı olarak çeşitlenebilir. Baz istasyonunun konumuna göre Şekil 3 te görüldüğü gibi 3 adet senaryo uygulanmıştır ve sonuçlar alınmıştır. Birinci senaryoda baz istasyonu ağın ortasında konumlandırılmıştır (Şekil 3.a). İkinci senaryoda, baz istasyonu ağın köşesinde yer aldığından, bazı küme başları için iletişim mesafesi azalır ancak diğer uzak küme başları için artabilir (Şekil 3.b). Üçüncü senaryoda baz istasyonu ağı dışında yer alır çünkü diğer iki senaryo ile karşılaştırıldığında, iletişim turu sayısı nispeten düşük olacaktır (Şekil 3.c).

Gerekli çaprazlama, mutasyon ve bu enerji tüketiminin deneye uyarlanması yapıldığında, sonuç olarak kablosuz algılayıcı ağlarının yaşam süresini dengeli bir şekilde artırdığı görülmüştür. En iyi senaryoda, baz istasyonu ağın dışında olduğunda GAECH % 21.11 oranında daha fazla ağ yaşam süresi önermektedir. Ayrıca GAECH kümeler arasında enerji tüketimini dengeleyerek enerji tasarrufu yapmaktadır. [15]

IV. SONUÇ

Bu çalışmada kablosuz algılayıcı ağ sistemleri için genetik algoritma kullanılarak elde edilen kümeleme yaklaşımları incelenmiştir. Küme yapısının uygun şekilde oluşturulması oldukça karmaşık bir problem olarak görülmektedir. Bu tür problemlerde eniyileme yapabilmek adına literatürde eniyilemeler için sıklıkla kullanılan evrimsel yaklaşım olarak genetik algoritmalar incelenmiştir. Gerekli çaprazlamalar, mutasyonlar ve kümeleme yöntemleri uygulanarak en iyi sonuçlar elde edilmeye çalışılmaktadır. Kümeleme yöntemiyle beraber ağdaki konum bilgilerinin de kullanılması kullanılan yöntemlerde iyi sonuçlar alınmasına imkân sağlamaktadır.

Bu algoritmelerde kullanılan enerji tüketimi azaltılarak, ağın yaşam süresini uzatmak amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında iki farklı yöntem incelenmiş olup detaylandırılan bu iki yöntemin kendilerinden önceki benzer yöntemlerden daha iyi sonuç verdikleri görülmektedir.

KAYNAKÇA

- [1] I. F. Akyildiz, W. Su, Y. Sankarasubramaniam, and E. Cayirci, "Wireless sensor networks: a survey, " *Computer Networks*, vol. 38, no. 4, s. 393–422, 2002.
- [2] H. Karl, A. Willig, "A short survey of wireless sensor networks" *TKN Technical Report TCK-03-018*, Oct. 2003.
- [3] W. Heinzelman, A. Chandrakasan and H. Balakrishnan, "Energy-efficient communication protocol for wireless microsensor networks" in *Proceeding of the 33rd Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, s. 3005-3014, Jan. 2000.
- [4] V. Mhatre, C. Rosenberg, R. Mazumdar and N. Shroff, "A Minimum Cost heterogeneous algılayıcı network with a lifetime constraint" *IEEE Transactions on Mobile Computing*, vol. 4, no. 1, s. 4-15, Jan. 2005.
- [5] O.K. Sahingoz, "Multi-Level Dynamic Key Management for Scalable Wireless Sensor Networks with UAV, " *Lecture Notes in Electrical Engineering*, Vol. 214, pp. 11-19, 2013.
- [6] C. C. Lai, C. K. Ting, R. S. Ko, "An Effective Genetic Algorithm to Improve Wireless Algılayıcı Network Lifetime for Large-Scale Surveillance Applications", *IEEE CEC'07*, s. 3531-3538, Sept. 2007.
- [7] B. Dengiz, F. Altıparmak, and A. E. Smith, "Local Search Genetic Algorithm for Optimal Design of Reliable Networks" *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, vol. 1, no. 3, Sept. 1997.
- [8] O.K. Sahingoz, N. Erdogan, "RUBDES: a rule based distributed event system", in *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 2869, 2003, pp. 284–291.
- [9] M. Mitchell, *An Introduction to Genetic Algorithms*, MIT Press, Cambridge, MA, 1996.
- [10] U. Cekmez, M. Ozsigınan and O.K. Sahingoz, "A UAV path planning with parallel ACO algorithm on CUDA platform", *2014 International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS)*, 347-354, 2014
- [11] S. Hussain, A. W. Matin, O. Islam, "Genetic Algorithm for Energy Efficient Clusters in Wireless Sensor Networks", *IEEE ITNG'07*, s. 147- 154, Apr. 2007.
- [12] R. Khanna, H. Liu, and H. H. Chen, "Self-Organization of Algılayıcı Networks Using Genetic Algorithm", *IEEE ICC' 06*, s. 3377-3382, June 2006.
- [13] W. Youssef, M. Younis, "Intelligent Gateways Placement for Reduced Data Latency in Wireless Sensor Networks", *IEEE ICC'07*, s. 3805- 3810, June 2007.
- [14] Hyun-Sik Seo, Se-Jin Oh and Chae-Woo Lee, "Evolutionary Genetic Algorithm for Efficient Clustering of Wireless Algılayıcı Networks", 2009.
- [15] B. Baranidharan and B. Santhi School of Computing, "GAECH: Genetic Algorithm Based Energy Efficient Clustering Hierarchy in Wireless Sensor Networks" *SASTRA University*, Thanjavur, Tamil Nadu 613401, India

Kablosuz Algılayıcı Ağlar Üzerinde KKO Temelli Yönlendirme Protokolleri ACO Based Routing Protocol for Wireless Sensor Networks

Ebubekir Büber

Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
Hava Harp Okulu Havacılık ve Uzay Enstitüsü
İstanbul, Türkiye
ebubekirbbr@gmail.com

Özetçe— Kablosuz Algılayıcı Ağlar son yıllarda üzerlerinde yoğunlukla çalışılan bir hesaplama ortamıdır. Sahip oldukları sınırlı haberleşme, hesaplama ve enerji yetenekleri ve tasarsız çalışma yapılarından dolayı bu tip ağlarda uygun bir yönlendirme mekanizmasının kurulması önem arz etmektedir. Literatürde farklı yönlendirme algoritmaları önerilmektedir. Bu çalışmada bu yaklaşımlardan biri olarak, sürü eniyileme yaklaşımının örneği olan Karınca Kolonisi Optimizasyon (KKO) yöntemi tabanlı yönlendirme protokolleri incelenmiştir. Yapı gereği, sabit konumlu algılayıcılardan oluşan ağlar temel alınmış olup, son yıllarda ön plana çıkan EEABR ve EARACO protokolleri detaylandırılmıştır. Mobil tasarsız ağ yapıları için ise özellikle KKO tabanlı bir protokol olan EA-ADHOP protokolü incelenmiş, diğer protokollere göre avantajları vurgulanmıştır.

Index Terms— karınca kolonisi, Karınca kolonisi optimizasyonu, yönlendirme protokolleri, kablosuz algılayıcı ağlar, EEABR, EARACO, EA-ADHOP.

Abstract—Wireless Sensor Networks is a research area which has computational capability and studying intensively on recent years. They have some limitation like; limited communication, computation capability and energy consumption. Because of that, it is very important to create appropriate routing mechanism on network like this. Different protocols have been proposed in the literature. In this study, Ant Colony Optimization(ACO) method which is one of the swarm optimization method were examined. Due to the structure, networks created by constant location sensors were examined. EEABR and EARACO protocols which come to the fore in recent years were detailed. EA-ADHOP protocol was evaluated and compared.

Index Terms — ant colony; ant colony optimization; routing protocols; wireless sensor networks, EEABR, EARACO, EA-ADHOP.

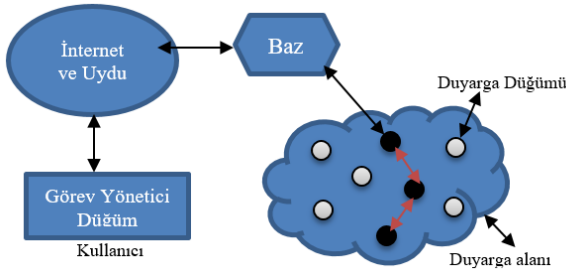
I. GİRİŞ

Kablosuz Algılayıcı Ağlar (KAA) çok sayıda küçük boyutlarda algılayıcı elemanın oluşturduğu önceden kurulmuş bir altyapısı bulunmayan ağ yapılarıdır. Gelişen teknoloji, 1) Düşük enerji tüketimi, 2) Küçük boyutlara sahip, 3) Algılama yeteneğine sahip, 4) Veri işleme kapasitesine sahip, 5) Kısa mesafelerde haberleşme yeteneğine sahip algılayıcıların geliştirilmesine olanak tanımıştır. Bu özelliklere sahip birçok algılayıcının bir araya gelmesiyle oluşan KAA yapıları, klasik ağ sistemlerine gerek erişilebilirlik gerekse kolay geliştirilebilirlik noktasında önemli üstünlükler sağlamıştır.

Her bir algılayıcı çevresindeki sıcaklık, nem, basınç gibi nicelikleri ölçebilme, basit hesaplama işlemleri yapabilme ve etrafındaki diğer noktalarla veya baz istasyonu ile haberleşme yapabilme özelliklerine sahiptir.

Kablosuz algılayıcı ağın gelişiminin başlangıcı her ne kadar askeri uygulamalara dayansa da günümüzde, endüstriyel ve sivil uygulama alanlarında da kullanılmaktadır. Askeri uygulama olarak; KAA, askeri komuta, kontrol, iletişim, hesaplama, istihbarat, nezaret, keşif ve hedef tespit sistemlerinin ayrılmaz birer parçasıdır. KAA aynı zamanda; hedef alanının görüntülenmesi, izinsiz giriş algılama, hava durumu izleme, güvenlik, gözetim takibi, dağıtık hesaplama, sıcaklık, hareket, ses, ışık veya belirli nesnelerin mevcudiyetinin algılanması gibi çevresel durumların tespiti ve jeolojik uygulamalarda da kullanılmaktadır [1].

KAA içerisinde yer alan çok sayıda algılayıcı belirlenen bölgenin içerisine genellikle rastgele olarak yerleştirilir. Rastgele yerleştirme ile oluşturulan bu ağ yapısında, algılayıcıların kendi kendilerine organize olma ve anlık değişimlere gerçek zamanlı olarak uyum sağlama yeteneğine sahip olmaları büyük önem kazanmaktadır [2].



Şekil 1. Kablosuz Algılayıcı Ağ Örneği

KAA'ların çalışma sistemi Şekil 1'de verilmiştir. Her algılayıcı, elde ettiği ölçüm verilerini, işlemek üzere belirli bir noktaya göndermelidir. Bir merkezde toplanan bu verilerden, anlamlı bilgiler elde edilmeye çalışılır. Algılayıcıların elde ettiği verilerin istenilen noktaya gönderilebilmesi için uygun yönlendirme protokollerinin kullanılması gerekir. Yönlendirilmek istenen veri, diğer algılayıcılar üzerinden hedefe ulaştırılır. Bu işlemin başarı ile yapılabilmesi için algılayıcılar arasındaki koordinasyonun en iyi şekilde ayarlanması gerekmektedir. Yönlendirme protokollerinin kullanılması, algılayıcılar üzerinde enerji tüketen işlemler yapılmasını gerektirir. Dolayısıyla algılayıcıların enerji yönetiminin en iyi şekilde ayarlanması gerekmektedir. Bu nedenle, enerji yönetiminin verimli bir şekilde yapılması ve algılayıcılar arasındaki koordinasyonun güzel bir şekilde sağlanması, ağın ömrünün artırılması için aşılması gereken en önemli problemlerdir.

KAA yapıları için kullanılacak yönlendirme protokolleri için biyolojik canlıların yaşamlarını örnek alan yaklaşımlar kullanılabilmektedir. Bu yaklaşımlardan olan Karınca Kolonisi Optimizasyonu (KKO) temelli yaklaşımlar, klasik KAA yönlendirme protokollerine karşı başarılı sonuçlar vermektedir [3]. Bu bildiride, konuyla ilgili çalışmalar incelenerek, KAA için KKO tabanlı yönlendirme protokolleri detaylandırılmıştır. Günümüzde yaygın olarak kullanılan KKO algoritması tabanlı yönlendirme protokolleri ve bu protokollerin kendi aralarındaki avantaj ve dezavantajlarından bahsedilmiştir

II. KABLOSUZ ALGILAYICI AĞLAR İÇİN YÖNLENDİRME PROTOKOLLERİ

KAA, hücresel veri ya da mobil tasarsız ağları gibi klasik kablosuz ağlardan farklı bazı özelliklere sahiptir. Bu farklılıklar üç maddede özetlenebilir; sınırlı kapasitede enerji kaynağı, düşük işlem yapma kapasitesi ve iletişim için düşük bant genişliği.

Klasik kablosuz ağlarda servis kalitesini artırmaya yönelik yönlendirme teknikleri kullanılmaktadır. Enerji tüketimini minimize etmeye yönelik işlemler yapılmamaktadır. Klasik kablosuz ağ elemanlarının aksine KAA'da yer alan algılayıcıların uzun süre bakım veya düzenleme yapılmadan çalışabilmeleri gerekmektedir. Ayrıca KAA'da yer alan algılayıcı noktaların, olası birkaç nokta haricinde yerleri genellikle sabittir ve haberleşme işlemi için düşük veri hızı yeterlidir. Bu nedenlerden dolayı klasik kablosuz ağlarda kullanılan yönlendirme teknikleri KAA'larda kullanılamamaktadır. KAA içerisinde çalışan algılayıcı

noktaların daha efektif çalışabilmesi için KAA yapılarına özgü ölçütleri dikkate alan yönlendirme protokollerinin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmuştur.

KAA'lar için yönlendirme protokolü geliştirirken dikkat edilmesi gereken 2 önemli husus bulunmaktadır;

- Her çalışma fonksiyonu için enerji tüketimi belli bir seviyede olması
- Ağ üzerinde oluşabilecek hatalara karşı toleranslı olması ve bu hataların üstesinden gelebilmesi.

Son zamanlarda KAA için yönlendirme protokolleri üzerinde birçok çalışma yapılmıştır [4-7]. Genel olarak KAA'da yönlendirme protokolleri düz yönlendirme (flat-based routing), hiyerarşik yönlendirme (hierarchical based routing) ve konum tabanlı yönlendirme (location-based routing) olarak üç farklı sınıf altında değerlendirilmektedir. Düz yönlendirmede, bütün algılayıcılar eşit özelliklere sahiptir. Hiyerarşik yönlendirme; kümelenmiş noktalardan oluşan sistemlerdir, bu sistemlerde her küme için bir nokta, bulunduğu kümeyi temsil eder ve diğer kümelerle iletişimi sağlar. Konum tabanlı yönlendirme, bulunduklarına konuma ait bazı özellik değerlerine göre yönlendirilirler.

KAA'da kullanılan yönlendirme tekniklerinin en temel olanı "flooding" olarak adlandırılmaktadır. Flooding tekniğinde veri baz istasyonuna ulaşıncaya kadar sürekli ve tekrarlı şekilde gönderilir. Bu yöntem bir verinin, gereksiz yere birçok kez gönderilmesi nedeniyle çok enerji ve bant genişliği tüketir. KAA için yönlendirme protokolleri için yapılan çalışmalar ile SPIN (Sensor protocols for information via negotiation) protokol ailesi ve [2], Güdümlü Yayım (Directed Diffusion) [3] protokolleri geliştirilmiştir. SPIN protokolleri veri iletiminin hedefe ulaşmasını garanti etmemektedir. Güdümlü Yayım protokolü çok yönlü yönlendirme protokolüdür. KAA'lar için verinin güvenli bir şekilde iletilmesi işlemi başarı ile gerçekleştirir. KAA'lar için maksimum ağ ömrünü sağlamak önemli bir konudur. Heinzelman [4], KAA için düşük enerjili adaptif kümeleme hiyerarşisi (low energy adaptive clustering hierarchy-LEACH) isminde hiyerarşik kümeleme algoritmasını önermiştir. LEACH, dağıtılmış küme oluşumun içeren küme tabanlı bir protokoldür.

III. KARINCA KOLONİSİ OPTİMİZASYONU

Karınca Kolonisi Optimizasyonu (KKO), NP-zor optimizasyon problemlerine başarılı bir şekilde uygulanabilen, karınca kolonilerinin davranışlarından esinlenerek geliştirilmiş bir sürü zekası (Swarm Intelligence) yaklaşımıdır. KKO'nun en temel unsurlarından biri haberleşme aracı olarak kullanılan ve problemlerde çözümün kalitesini gösteren feromon maddesidir. Feromon, gerçek karıncaların bir haberleşme ve yön bulma aracı olarak kullandıkları, vücutlarından salgıladıkları kimyasal bir maddedir. Feromon izleri, karıncalar tarafından sürekli güncellenmekte olup ve yolun kullanılma miktarını temsil etmektedir. Hedefe gidiş ve dönüşü kısa olan yol üzerinde daha fazla feromon birikmesiyle kısa olan yolun tercih edilme olasılığı artar.

Yuvaran çıkan karıncalar, feromon miktarının yoğun olduğu yolun seçim olasılığının fazla olması şartıyla rastgele

bir yol seçerler. Aynı yol üzerinde yuvadan hedefe gidip gelen karıncalar kısa olan yolun feromon değerini artıracak şekilde günceller. Feromon değerleri zamana bağlı bir şekilde azalacak biçimde de güncellenmektedir.

KAA sistemleri için gönderilen her paket bir karıncayı temsil etmektedir. KAA içerisinde her algılayıcı belirli hedefe göndermek istediği veri paketlerinin birçok farklı kopyasını farklı algılayıcılar üzerinden farklı yollar ile göndermeye hedefe göndermeye çalışacaktır. Paketlere karşılık gelecek olan ACK yanıtları aynı yol üzerinden kaynak algılayıcıya geri döner ACK yanıtları, kaynak algılayıcıya geri dönerken, yol boyunca üzerinden geçilen her algılayıcı üzerinde bulunan feromon değerini günceller. Belirli sayıda yineleme işlemi sonucunda en kısa veri aktarım yolunu oluşturan algılayıcılar veri aktarım yolu olarak seçilmiş olacaktır. KAA içerisindeki her algılayıcı kendisi için en kısa yolu bu yöntem ile bulur. Herhangi bir algılayıcının arızalanması ya da sistemden ayrılması sonucunda sistem kendisini yeni durumu çok hızlı bir şekilde adapte eder. Yol güzergâhında sorun ortaya bir sorun çıkması durumunda, algılayıcılar, aynı yöntem ile kendilerine yeni en kısa yolu bulurlar. Bir yönlendirme protokolünün başarı ile gerçekleştirmesi gereken aşamalar şunlardır;

1) *Yol Bulma Aşaması*: Kaynak ve hedef arasında en kısa yolu bulma aşamasıdır.

2) *Yol Bakım Aşaması*: Algılayıcı konumu değişmesi, sinyal gücü zayıflaması ya da tıkanıklık gibi durumlarda uygun şekilde çözümler bulunarak sistemin verimliliğinin artırılması aşamasıdır.

3) *Hata Yönetim Aşaması*: Ağ içerisinde bulunan bir algılayıcının arızalanması durumunda, sistem çalışmasının devam etmesi için yapılan yönetim aşamasıdır. Bu aşamada, hata kaynağı olan algılayıcı üzerinden geçen bütün yolların feromon değeri sıfırlanır. Böylelikle paketler diğer yollar üzerinden hedefe ulaşmaya devam ederler.

4) *Enerji Yönetimi Aşaması*: Kablosuz algılayıcı ağların karakteristik yapısı gereği diğer aşamalar çözülmeye çalışılırken enerji tüketimini minimumda tutan çözümlerin uygulanması gerekmektedir.

A. KKO Tabanlı Yönlendirme Protokolleri

Karıncalar Kolonisi Optimizasyonu(KKO), Sürü tabanlı bir eniyileme yaklaşımı olup, farklı problemlerin çözümünde aktif olarak kullanılmaktadır. Yapı gereği sahip olmuş olduğu paralelleştirilebilirlik özelliği sayesinde gerek paralel gerekse dağıtılmış hesaplama aktif olarak kullanılabilir [13]. Bu uygulama alanlarından bir tanesi de KAA'lardır. KAA için önerilen KKO tabanlı protokollerde 3 tip karınca tanımlanmaktadır. Bunlar;

1) *İlerleyen Karınca (Forward Ant)*: Kaynaktan hedefe giden ve yol bulma işini yapan karıncalardır.

2) *Geri Dönen Karınca (Backward Ant)*: Bu karıncalar geri dönüş yolu üzerindeki düğümler için feromon miktarını güncellemekle sorumludurlar.

3) *Rastgele Karınca (Random Ant)*: En kısa yol güzergâhı için elde edilen bilgileri diğer komşu düğümlere aktaran karıncalardır.

Singh ve arkadaşları [5], KOO tabanlı veri-merkezli bir yönlendirme protokolü önermişlerdir. Karıncalar, ağı temsil eden yönsüz graf yapısı üzerinde çalışmaktadırlar. Karıncalar, çalışma sonrası en kısa yollardan oluşan bir ağaç yapısı oluşturmaktadırlar. Bu ağaç yapısı Steiner ağaç problemine uygun olmaktadır. Yapılan bu çalışmada 50, 100 ve 200 düğümden oluşan graf yapıları test edilmiştir. Sonuç olarak artırılan düğüm sayısına rağmen uygulama başarılı bir şekilde çalışabilmektedir. Ancak bu yaklaşımda enerji ilgili kısıtlamalar dâhil olmak üzere KAA karakteristik özelliklerine yönelik unsurlara dikkat edilmemiştir.

Zhang ve arkadaşları [6], yaptığı çalışmada KKO tabanlı üç yaklaşım önerilmektedir. SC (Sensor-Driven Cost Aware Ant Routing), FF (Flooded Forward Ant Routing), FP (Flooded Piggyback Ant Routing) olarak adlandırılan bu protokoller, başlangıç aşamasında feromon değerlerini güzel bir şekilde atamaktadırlar. Ancak ilerleyen çalışma süresince SC ve FF protokolleri için gecikme(latency) artmaktadır. Bu iki protokolden farklı olarak FP daha başarılı sonuçlar üretmesine rağmen SC ve FF algoritmalarından daha fazla enerji tüketmektedir.

Bir diğer yönlendirme protokolü EEABR (Energy-Efficient Ant-Based Routing Algorithm) [7, 12]'dir. EEABR protokolünde, yapay karınca kolonisi KAA'ı gezerek başlangıç düğümü ile hedef düğümü arasında yol arar. Bu işlemi yaparken yol uzunluklarını ve düğümlerin enerji seviyelerini göz önünde bulundurarak güncelleştirme işlemini yaparlar. Hedeften geri dönen karıncalar algılayıcılar üzerinde feromon miktarını güncellerken, algılayıcının o anki enerji miktarını göz önünde bulundurlar. Bu yaklaşım enerjisi fazla olan düğümlere daha fazla iş yükü, enerjisi az olan düğümlere ise daha az iş yükü yüklemek anlamına gelir. Ayrıca, EEABR protokolü, çok fazla düğüme sahip büyük algılayıcı ağlar için önemli bir sorun olan hafıza yönetimi üzerinde de optimizasyon yapmaktadır. Her karınca, en kısa yolun tamamını tutmak yerine sadece son ziyaret edilen 2 düğümü tutmaktadır. Bu sayede aktarılabilecek veri azaldığı için bant genişliğinden ve enerji kaynağından tasarruf edilmiş olur. Sonuç olarak EEABR protokolü gerçekleştirdiği optimizasyonlarla başarılı bir yönlendirme yaparken aynı zamanda ağ ömrünü de artırmayı başarmıştır.

Enerji durumlarını ve yol uzunluklarını dikkate alan EARACO (Energy Aware Routing via Ant Colony Optimization) protokolü, EEABR'ye kıyasla daha iyi performans sonuçları elde eden bir protokoldür [8]. Bu protokol, literatürde EAACA (Energy Aware Ant Colony Algorithm) [9], EASARA (Energy Aware Simple Ant Routing Algorithm) [10] olarak da geçmektedir. EARACO algoritması da EEABR algoritması gibi algılayıcı üzerindeki enerji durumunu ve hedefe giden yol uzunluğunu dikkate alır. Kaynaktan hedefe belirlenen en kısa yolun kullanılması zamanla bu yol üzerinde algılayıcıların enerjilerinin tükenmesine neden olur. EARACO algoritmasında aynı anda birçok veri iletim yolu aktif olarak kullanılır. Aktif olan bu

yollar üzerinde enerji kapasitesi daha fazla olan yolun seçilme olasılığı daha fazla olur. Ayrıca baz istasyonuna gönderilen veriler ACK yanıtlarını geri döndürerek, hedefe ulaşmamış paketlerin tekrar gönderilmesini sağlar. Bu şekilde veri iletiminin güvenli bir şekilde gerçekleşmesini sağlar. EARACO algoritması daha az kontrol parametresi kullanarak bant genişliğinden tasarruf edilmesini sağlamıştır. Ökdem ve Karaboğa'nın yaptığı çalışmada [8] EEABR ve EARACO algoritmaların performans değerleri karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada artan paket sayılarına karşı algılayıcılar üzerinde kalan ortalama enerji miktarları karşılaştırılmıştır. Veri iletimi için kullanılan paket sayısının artımına bağlı olarak algılayıcılar üzerinde kalan ortalama enerji miktarlarının EARACO protokolü kullanılan sistemlerde daha fazla olduğu gözlenmiştir.

Algılayıcıların hareket halinde olduğu ağ yapıları için hata yönetimi, yol bulma ve yol bakım aşamaları, sabit konumlu algılayıcılardan oluşan ağ yapılarından daha farklı yönetim mekanizmalarına ihtiyaç duymaktadır. Sabit yapıya sahip ağlarda kullanılan protokoller, dinamik olarak değişen ağlarda efektif olarak çalışmamaktadır. Bu nedenle mobile tasarsız ağlar için uygun protokoller geliştirilmiştir. AODV(Ad-hoc On-demand Distance Vector) protokolü, mobile tasarsız ağlar için en çok tercih edilen protokollerdendir. AOVD protokolü, Karınca Kolonisi Optimizasyonu kullanılarak geliştirilmiş bir protokoldür. Bu protokole göre, her algılayıcı sadece komşularının bilgisini tutar. Kendisine gelen paketi, komşuları üzerinden hedefe yönlendirir. AOVD protokolünde ağ yapısı anlık olarak değişeceğinden, algılayıcıların komşuluk durumları da sürekli değişecektir. Her algılayıcının komşuları, mesafe vektörü (distance vector) kullanılarak belirlenir. Böylelikle her algılayıcı, kendisine yakın olan algılayıcıları komşu olarak seçerek yönlendirme işlemini yapmaktadır. AOVD'nin yanı sıra mobil tasarsız ağları için geliştirilen KKO tabanlı diğer yönlendirme protokollerinden bazıları şunlardır; AACS, AOER. Bu yönlendirme protokolleri, hareketliliğin getirdiği sorunları çözmek için farklı yöntemler kullanmışlardır. Ancak bu yönlendirme protokolleri, herhangi bir enerji yönetim mekanizması içermemektedir, sadece yönlendirme işleminin başarılı bir şekilde yapılması ile ilgilenmişlerdir.

Son yıllarda, mobil tasarsız ağ yapıları için enerji yönetim aşamasını dikkate alan KKO tabanlı yönlendirme protokolleri de geliştirilmiştir. Yapılan çalışmalarda [11] enerji yönetim mekanizmasına sahip KKO tabanlı EAADHOP (Energy-Aware Ant-based Dynamic Hop Optimization Protocol) protokolü açıklanmıştır. EA-ADHOP protokolü, kullandığı adaptasyon yöntemi ile veri iletim başarısından taviz vermeden enerji tasarrufu yapabilmeyi mümkün kılmaktadır. Ayrıca bu protokol, bütüncül çalışması sonucu, enerji tüketimini, algılayıcılar üzerinde dengeli bir şekilde dağıtarak, ağ ömrünü uzatmayı başarmıştır.

IV. SONUÇ

Kablosuz Algılayıcı Ağlar son yıllarda yoğun şekilde kullanılmakta ve gelişmektedir. Tasarsız yapılarından dolayı bu ağlardaki haberleşme ve yönlendirme protokolleri sistemin

performansı ve yaşam süresi açısından büyük önem arz etmektedir. Bu çalışma kapsamında, ilgili yönlendirme protokollerinden olan KKO tabanlı yönlendirme protokolleri incelenmiştir. KKO tabanlı yönlendirme protokolleri ile enerjinin verimli kullanılması, KAA'nın değişen durumlara hızlı bir şekilde ayak uydurabilmesi ve algılayıcılarda meydana gelebilecek hata ya da arıza durumlarına uygun çözümler üretmek mümkün olmaktadır. Algılayıcıların sabit konumlu oldukları ağ yapıları için geliştirilen S.Ökdem ve D. Karaboğa'nın gerçekleştirdiği çalışmada [8], KKO tabanlı yönlendirme protokollerinden son yıllarda ön plana çıkan EARACO ve EEABR protokollerinin karşılaştırması yapılmış ve EARACO protokolünün EEABR protokolüne kıyasla daha başarılı olduğu gözlenmiştir.

Hoeller'in [11] gerçekleştirdiği çalışmada, mobil tasarsız ağlar içinse enerji yönetiminin başarılı bir şekilde yapılmasıyla ağ ömrünün uzatılmasını sağlayan EA-ADHOP protokolünün, diğer tasarsız ağ yönlendirme protokollerine kıyasla daha başarılı olduğu gözlenmiştir.

KAYNAKÇA

- [1] S. Ökdem and D. Karaboğa. "Kablosuz Algılayıcı Ağlarında Yönlendirme Teknikleri." Akademik Bilişim (2007).
- [2] J.N. Al-Karaki, A.E. Kamal "Routing Techniques in Wireless Sensor Networks: a Survey". Wireless Communications, IEEE, 2004; Volume 11, pp. 6-28.
- [3] K. Fathima, A. Syed, and K. Sindhanaiselvan. "Ant colony optimization based routing in wireless sensor networks." Int. J. Advanced Networking and Applications 4.04 (2013): 1686-1689.
- [4] W. Heinzelman, A. Chandrakasan, and H. Balakrishnan, "Energy-efficient communication protocol for wireless microsensor Networks", Proc. 33rd Hawaii Int. Conf. Syst. Sci. (HICSS'00), January 2000.
- [5] S. Das, G. Singh, S. Pujar, and P. Koduru, (2004, July). Ant colony algorithms for routing in sensor networks. In Genetic and Evolutionary Computation Conference.
- [6] Y. Zhang, D. Lukas, and M. Fromherz. "Improvements on ant routing for sensor networks." Ant Colony Optimization and Swarm Intelligence. Springer Berlin Heidelberg, 2004. 154-165.
- [7] T. Camilo et al. "An energy-efficient ant-based routing algorithm for wireless sensor networks." Ant Colony Optimization and Swarm Intelligence. Springer Berlin Heidelberg, 2006. 49-59.
- [8] D. Karabağa and S. Ökdem. "Kablosuz Algılayıcı Ağlarda Karınca Koloni Optimizasyonu Kullanılarak Yapılan Optimum Yönlendirme İşlemi."
- [9] D. Cheng, et al. "An energy aware ant colony algorithm for the routing of wireless sensor networks." Intelligent Computing and Information Science. Springer Berlin Heidelberg, 2011. 395-401.
- [10] S. Jabbar et al. "Energy Aware Simple Ant Routing Algorithm for Wireless Sensor Networks." Mathematical Problems in Engineering 2015 (2015).
- [11] A. Hoeller, and A. Augusto Fröhlich. "Evaluation of Energy-Efficient Heuristics for ACO-based Routing in Mobile Wireless Sensor Networks." (2015).
- [12] Okdem, Selcuk, and Dervis Karaboga. "Routing in wireless sensor networks using an ant colony optimization (ACO) router chip." Sensors 9.2 (2009): 909-921.
- [13] E. Kugu and O. K. Sahingoz, "ACO algorithms with multi-core implementation," Application of Information and Communication Technologies (AICT), 2013 7th International Conference on, Baku, 2013, pp. 1-5.

i-RoHEAD

“Eğitim, Eğlence ve Güvenlik Amaçlı Kullanılabilen İnteraktif Robotik Kafa”

Öğr. Gör. Oğul GÖÇMEN
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
Başkent Üniversitesi
Ankara, Türkiye
ogul@baskent.edu.tr

Güçlü KIVANÇ
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
Başkent Üniversitesi
Ankara, Türkiye
21104291@mail.baskent.edu.tr

Özet— Bu çalışmada, okul öncesi çocukların eğitimi ve eğlendirilmesi amacıyla, insan hareketlerine duyarlı, interaktif bir robotik kafa geliştirilmiştir. Bu robotik kafa aynı zamanda bir güvenlik cihazı olarak da karakterize edilmektedir. Gaz kaçağı, yangın ve deprem gibi durumları tespit ettiğinde, acil durum kısa mesajlarını ilgili kişilere GSM kartı ile göndermektedir. Bu iki birleştirilmiş özelliği sayesinde diğerlerinden farklılık göstermektedir.

Anahtar Kelimeler—Robotik, insan bilgisayar etkileşimi, görüntü işleme, güvenlik, eğitim ve eğlence.

Abstract- In this study, an interactive robotic head which is sensitive to human actions was developed for educational and entertaining purpose for pre-school childs. This robotic head also characterized as a security device. It sends emergency short messages via GSM shield to authorized person when it detects a gas leak, fire or an earthquake. Because of these two combined properties it varies from others.

Keywords – Robotics, human computer interaction, image processing, security, education and entertainment.

I. GİRİŞ

Günümüzde birçok güvenlik sistemi mevcuttur. Bu sistemler tiplerine göre kameralı gözetleme sistemi olabileceği gibi sensörlü sistemler veya bunların hibrit modelleri şeklindedir [1,2].

Yerli üretim eğlence ve eğitim sistemlerinin birçoğu tuşlu basma takımına sahip ses ve müzik çalabilen modellerdir [3]. Selçuk üniversitesinde geliştirilen mühendislik eğitiminde, kontrol, robotik ve makine dili programlama gibi derslere web tabanlı gerçek laboratuvar desteği veren SUNAR isimli robotun da bina dışı uygulamalarda ortamların gözlenmesi için kullanıldığı bildirilmiştir [7].

Gerçekleştirdiğimiz çalışmada hem güvenlik amaçlı kullanılabilen hem de eğlence ve eğitimi bir arada barındıran, programlanmaya ve geliştirilmeye uygun, kullanım alanı olarak geniş bir spektruma sahip bir robotik kafa üretilmiştir. İnteraktif robotik kafa kısaca “i-RoHEAD” olarak isimlendirilen bu çalışmada başta çocuklu aileler olmak üzere, tüm ev kullanıcıları, eğlence merkezleri, okul öncesi eğitim

kurumları vb. kuruluşların ilgi odağı olabileceği düşünülen bir sistem geliştirilmiştir. Sistemin temel amacı eğlendirmek olsa da, eğlendirirken eğitmesi ile okul öncesi çocuklara harfleri, sayıları, şekilleri, renkleri, basit hesaplamaları ve İngilizce basit kelimeleri sahip olduğu multimedya donanımı sayesinde aktarılabilir. Bu işlemleri gerçekleştirirken çocuğa fiziksel aktivite de yaptırmaktadır. Kamerasından alınan görüntüler sayesinde insan bilgisayar etkileşimini sağlamakta ve cihaz bekleme durumunda iken de sensörlerinden alınan veriler ile güvenlik ürünü olarak hizmet sağlamaktadır.

II. SİSTEM HAKKINDA

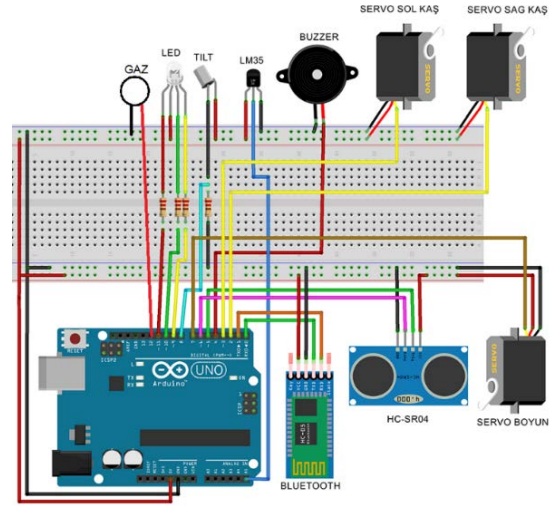
Geliştirilen sistem yazılım ve donanım olarak iki kısımdan oluşmaktadır. Yazılım gömülü sistem, görüntü işleme ve mobil yazılım olmak üzere üçe, donanım da kendi içerisinde elektronik donanım ve mobil donanım olarak ikiye ayrılmaktadır. Yazılım ve donanım arasındaki iletişim birden farklı protokolün eş uyumu ve senkronizasyonu ile sağlanmıştır. Robotik kafanın gömülü sistem yazılımının bilgisayar üzerinde çalışan görüntü işleme yazılımı ile haberleşmesi seri port üzerinden gerçekleştirilirken, kafanın mobil donanımı ile haberleşmesi bluetooth teknolojisi ile sağlanmaktadır. (Şekil-1) Aynı zamanda GSM teknolojisini de bünyesinde barındıran sistem, 3G veri iletimi hattı ile acil durum haberleşmesini gerçekleştirmekte ve yetkili kişilere uyarı kısa mesajı gönderebilmektedir.

III. DONANIM VE YAZILIM ALT YAPISI

Geliştirilen robotik kafa Tablo.1’de listelenen donanım elemanları ve bu elemanların listelenen kullanım amaçlarından oluşmaktadır. Şekil.1’de Fritzing programı ile çizilmiş sembolik devre şeması görülmektedir. Görüntüleme sistemi hariç, kafa içerisinde yer alan tüm donanım elemanları birbirlerine günümüzde birçok projede de kullanılan geliştirme kartlarından biri olan Arduino UNO ile bağlıdır. Son kullanıcıya sunduğu esnek ve kolay kullanımı varolan modülleriyle zaman içerisinde geliştirilebilir oluşu bu projede ilgili ürünlerin tercih edilmesine sebep olmuştur. Sistemin çalışma algoritmasına ait sözde kodu Figür.1’de sunulmuştur.

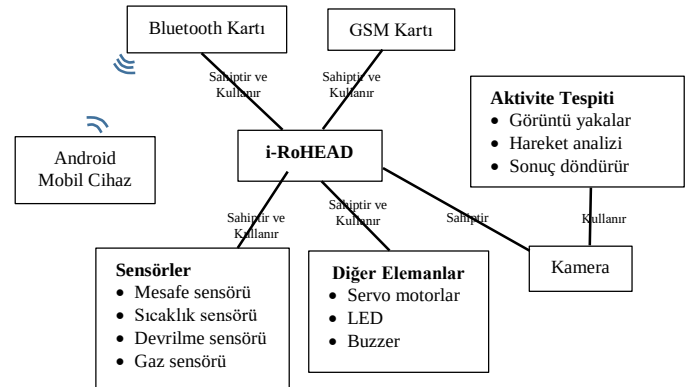
TABLO I. DONANIM ELAMANLARI VE KULLANIM AMAÇLARI

Donanım Elemanı	Kullanım Amacı
Arduino UNO	Ana kart olarak tüm devre elemanlarının iletişimini ve çalışmasını sağlama.
Gaz, Sıcaklık, Tilt Sensörü	Ortamın gaz ve ısı seviyelerinin ölçümü. Kafanın devrilme durumunun tespiti.
Ultrasonik Mesafe Sensörü	Mesafeye bağlı olarak kullanıcı etkileşimini devreye sokma.
Kamera	İnsan hareketlerini tanıma, ortam izleme.
GSM Kartı	Yetkili cep telefonu numarasına acil durum kısa mesajı gönderimi.
Android işletim sistemli Mobil Cihaz	Eğitim ve eğlence yazılımını çalıştırma, sesli ve görüntülü kullanıcıyı yönlendirme.
Bluetooth Kartı	Arduino ile mobil cihaz üzerinde çalışan eğlence yazılımı arası çift yönlü iletişimi sağlamak için kullanılır.



Şekil.1 Devre Şeması ve Fritzing Diyagramı

sorular soracak, robotik kafa ile kişinin etkileşimini kuracak bir ara yüz olarak görev yapacaktır. Kafa içerisine yerleştirilen web kamerası, çektiği görüntüyü direkt Matlab üzerindeki uygulamaya aktarmak ile yükümlüdür. Bu kamera sayesinde mobil cihazdan verilen sesli ve görsel yönlendirmeler, web kamerası üzerinden alınan görüntüler ile takip edilip, görüntü işleme uygulaması tarafından yorumlandıktan sonra sonuçları mobil uygulama ve i-RoHEAD arasında paylaşılmaktadır.



Şekil.2 Sistem Diyagramı

Adım.1 Başla
Adım.2 Uygulama ile bluetooth bağlantısı kur.
Adım.3 Tüm sensörlerden sırayla ölçüm al
Adım.4 EĞER Güvenlik sensörlerinden biri kritik değer veriyor İSE Alarm çal ve GSM hattından mesaj gönder.
Adım.5 EĞER Mesafe sensörü yaklaşma tespit etti İSE
Adım.5.1 Arduino'da rastgele ID üret.
ID'yi Matlab'a Seri Porttan,
Android uygulamaya Bluetooth kanalı ile,
gönder.
Adım.5.2 Arduino'da eğlence modunu başlat.
Adım.5.3 Matlab üzerinden kamerayı aktif et ve ilk kare görüntüyü yakala.
Adım.5.4 Mobil uygulamanın çalışma süresi kadar sistemi askıya al.
Adım.5.5 Kameradan ikinci kare görüntüyü yakala ve Matlab ile analiz et.
Adım.5.5.1 Kişinin yaptığı hareket beklenen hareket ise 'D' sonucunu, yanlış ise 'Y' sonucunu seri porttan Arduino'ya ilet.
Adım.5.6 Arduinoya gelen 'D' veya 'Y' bilgisini Bluetooth'dan uygulamaya yönlendir.
Adım.5.6.1 Uygulamada uygun Tebrik veya Teşvik resmini göster ve uygun sesi çal.
Adım.5.7 Sensör'den gelen mesafeyi kontrol et.
EĞER Kişi i-RoHEAD'den uzaklaşmadı İSE
Adım 5.1'e git.
Değilse
Adım 3'e git.

Figür.1 Tüm sistemin çalışma algoritması

Şekil.2'de sistem diyagramı görülen i-RoHEAD'e ilk güç verildiğinde HC-05 bluetooth modülü ile Android işletim sistemi yüklü mobil cihazın bluetooth donanımı arasında, cihazda yüklü olan mobil eğlence uygulaması kullanılarak, robotla olan veri bağlantısı kurulur. Figür.2'de bir kısmı görülen Matlab üzerinde çalışan görüntü işleme uygulaması, i-RoHEAD ile seri port üzerinden iletişim sağlamaktadır. Mobil cihaz bu sistemde kullanıcıyı yönlendirecek, ona

Kullanıcı robot kafası üzerinde yer alan Şekil.3'de görülen kafa üzerine yerleştirilmiş HC-SR04 ultrasonik mesafe ölçere 50cm kadar yaklaştığında eğlence sistemi devreye girmekte, bu aralık içerisinde birini tespit edemediği durumlarda ise, kafa bir güvenlik cihazı olarak çalışmasına devam etmektedir. Güvenlik cihazı olarak çalışırken birden fazla güvenlik sensörünün bilgisini sürekli olarak denetlemektedir.

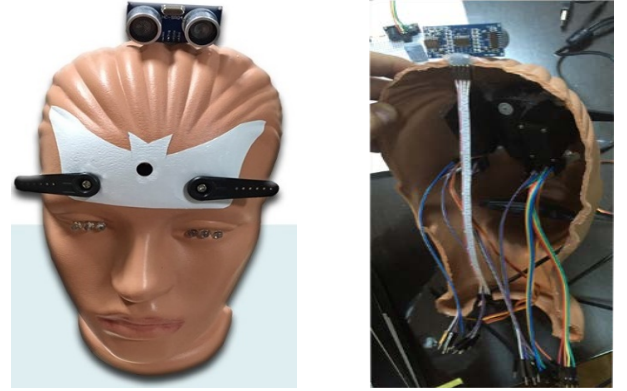
```

s=serial('COM4','BAUD',9600); fopen(s);
a=fscanf(s, '%d');
if a==1
v= videoinput('winvideo', 1, 'RGB24_352x288');
pause(1);
im1 = getsnapshot(v);
im1 = rgb2gray(im1);
im3 = histeq(im1);
pause(1);
im2 = getsnapshot(v);
im2 = rgb2gray(im2);
im4 = histeq(im2);
[Yukseklık, Genislik] = size(im4);
Yatay = 3; Dik = 5;
BolSay = Yatay * Dik;
IzgGen = floor( Genislik / Dik );
IzgYuk= floor( Yukseklık / Yatay );
OffsetDik = ones(Dik,1);
for i=1:Dik
    OffsetDik(i+1) = ( IzgGen * i );
end
OffYat = ones( Yatay, 1 );
for i=1:Yatay
    OffYat(i+1) = ( IzgYuk * i );
end
P3 = uint8(zeros(IzgYuk,IzgGen,BolSay));
k=0;
for i = 1:Dik
    for j = 1:Yatay
        k = k+1;
        for n = OffsetDik(i) : OffsetDik(i+1)
            for m = OffYat(j) : OffYat(j+1)
                P3 (m,n,k) = im3 (m,n);
            end
        end
    end
end
P4 = uint8(zeros(IzgYuk,IzgGen,BolSay));
k=0;
for i = 1:Dik
    for j = 1:Yatay
        k = k+1;
        for n = OffsetDik(i) : OffsetDik(i+1)
            for m = OffYat(j) : OffYat(j+1)
                P4 (m,n,k) = im4 (m,n);
            end
        end
    end
end
a = mean2(P3 (:,:,11)); b = mean2(P4 (:,:,11));
c = mean2(P3 (:,:,5)); d = mean2(P4 (:,:,5));
...
T= 1;
if ( abs(a-b) > T && abs(c-d) <= T )
    disp('SADECE SAĞ EL HAVADA');
    fprintf('%d',SoruID_1);
elseif ( abs(c-d) > T && abs(a-b) <= T )
    disp('SADECE SOL EL HAVADA');
    fprintf('%d',SoruID_2);
elseif( abs(c-d) <= T && abs(a-b) <= T )
    disp('KULLANICI HAREKETSİZ KALDI');
    fprintf('%d',SoruID_0);
elseif ( abs(c-d) >= T && abs(a-b) >= T )
    disp('HER İKİ EL HAVADA');
    fprintf('%d',SoruID_ID3);
end
...
end

```

Figür.2 Hareket tanıma kodlarının bir kısmı

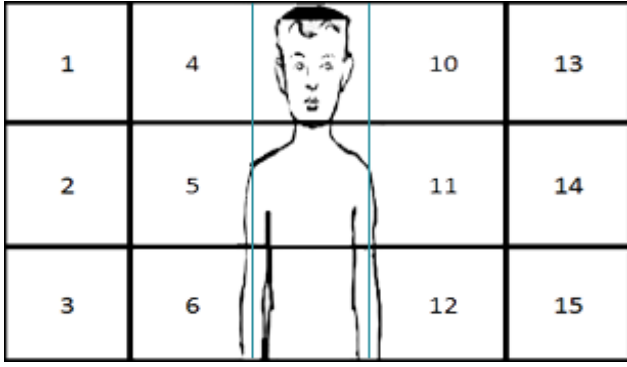
Bu sensörler Şekil.1'de de görülen gaz sensörü, devrilme sensörü ve sıcaklık sensörleridir [5]. Sistem, sıcaklık 60 derecenin üzerinde çıktığında ortamda ani bir sıcaklık değişiminin olduğunu ve bu duruma bağlı olarak bir yangın çıkmış olabileceği varsayımını yapar. Sistem, acil durumda Arduino kartına bir ek olarak takılan GSM kartı üzerinden ilgili numaralara SMS göndermekte ve aynı zamanda da cihaz üzerinde bulunan mini hoparlör ile ortamdakilerin dikkatini çekecek düzeyde bir alarm çalmaya başlamaktadır. Aynı tepki ortamda gaz sensörünün devreye girmesi veya devrilme sensörünün devreye girmesi sonucu da verilmektedir. Bu üçlü koruma sistemi, güvenlik mekanizması olarak görev yapmaktadır.



Şekil.3 i-RoHEAD - Kafa Ön / Arka

A. Görüntü İşleme Yazılımı Çalışma Prensipleri

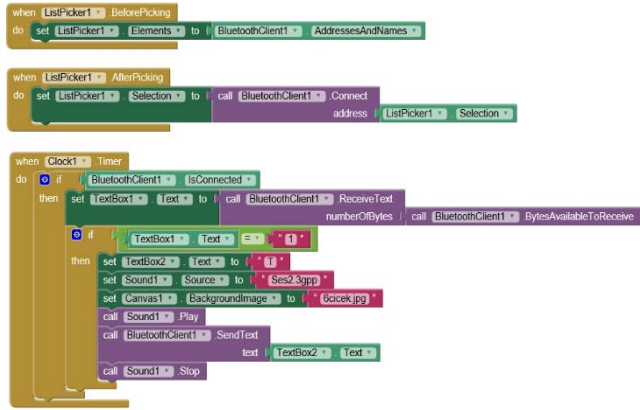
Sistemin, bir çocuğun hareketlerini izleyebilecek kadar hızlı çalışması ve gecikmeye düşmemesi için görüntü işleme yazılımı olarak geliştirilen basit bir uygulamanın bir kısmı Figür.2'de görülmektedir. Sistem eğlence moduna geçtiğinde alın bölgesinde yer alan kameradan gecikmeli olarak 1'er saniye ara ile iki adet 352x288 ebatlarında görüntü yakalar. Her bir görüntüyü yatayda 3, dikeyde 5 olmak üzere 15 bölgeye ayırır. Bölge numaralandırmaları Şekil.4'de görüldüğü gibi sol sütunda yukarıdan aşağıya doğru artmaktadır. Her bir ızgaranın genişlik ve yükseklik değerleri 70x96 piksel kadardır. Kafa üzerindeki mesafe sensörünün en iyi 30 derece görüş açısı içerisinde kalan bölgede en sağlıklı ölçümü yapabileceği donanım dokümantasyonunda bildirilmiştir. [4] Buna göre i-RoHEAD 50cm yüksekliğinde bir masa üzerine konulduğunda hedef kitle olan 3 ila 6 yaş arasındaki çocukların ortalama boyları olan yaklaşık 80cm ila 1.20cm boy aralığı kamera lens açısına göre üst gövdelerinin kabaca 7, 8, 9 numaralı alanlara iz düşümünü sağlamaktadır. 1, 2, 4, 5 ile 10, 11, 13, 14 numaralı alanlardan da kollarının hareketlerinin takibi gerçekleştirilebilmektedir.



Şekil.4 Hareket tespitinde izlenen bölge numaraları.

B. Mobil Eğlence Yazılımı Çalışma Prensibi

Mobil eğlence yazılımı MIT'nin online AppInventor uygulama geliştirme platformu kullanılarak çevrim içi yaratılmıştır. AppInventor yazılımı sürükle bırak mantığında uygulama geliştirilebilen ve çevrim içi kullanılabilen bir mobil uygulama geliştirme aracıdır. Bu araç sayesinde Android işletim sistemini kullanan mobil cihazlar üzerinde çalışan her tipteki uygulama çok rahatlıkla geliştirilebilir [6]. Geliştirilen uygulamanın kodlama ekranından bir görüntü Şekil.5'de görülmektedir. Bu görselde de dikkat edileceği gibi, geliştirme aracı bir lego gibi uygun şekilli modüllerin yine uygun parçalarla eşleşmesini sağlayacak şekilde dizayn edilmiş ve renklerle geliştirme süreci daha da basitleştirilmiştir.



Şekil.5 AppInventor uygulama geliştirme ara yüzünün bir kısmı.

Uygulama içerisinde farklı tipte sorular yer almaktadır. Bu sorular okul öncesi çocukların anlayabileceği karmaşıklıkta düzenlenmiştir. Sorulardan bazıları; “Ekranda sarı top görüyorsan sol elini havaya kaldırırs mısın?” veya “Köpeğin İngilizcesi DOG ise kollarını yana açar mısın?” gibi basit soru cümleleridir. Soruların cevaplarının hepsi fiziksel hareket ile verilecek şekilde düzenlenmiştir. Bu hareketlerin hepsinde

sağ veya sol kolun ya da her ikisinin çeşitli yönelimlerini kullanmaları çocuklardan istenmektedir. Bunlar üst bedene yönelik kolları yana açma veya havaya kaldırma gibi basit isteklerdir.



Şekil.6 i-RoHEAD görüntüleme cihazı ekranından bir sahne.

Mobil eğlence yazılımının içerisindeki yönergeler, çocuğun üst gövdesinin çalıştırılmasına ilişkin komutlardır. Komutların içeriğine göre yukarıda belirtilen bölgelerdeki değişim farklı kombinasyonlar ile iki resim arasında kontrol edilir. Örneğin çocuğa soru içerisinde kollarını iki yana aç isteğinde bulunulduğunda 2, 5 ve 11, 14 bölgelerindeki ortalama farkı gözlemlenmektedir. Fark resimlerinde belirlenen eşik değeri aşıldığında, anlamlı bir değişim söz konusu olduğunda verilen komut çocuk tarafından doğru bir şekilde yerine getirilmiş kabul edilmektedir. Fark resimleri alınırken görüntülerin arka planlarının durağan olduğu, sıralı fotoğraflar çekilirken ışık değişiminin olmadığı kabul edilmektedir. Arduino ile tetiklenen bu uygulama Bluetooth'dan gelen SoruID numarasına göre eğlence yazılımı içerisine gömülmüş ilgili soruyu seçer ve Şekil.6'daki gibi ekranda yazı ile gösterdiklerini aynı anda okuma bilmeyen çocuğa soru cümlesinin saklandığı ses dosyasını çalarak da dinletir. SoruID numarasına göre verilmesi gerekli cevap yani hareket önceden Matlab içinde bilindiği için çocuğun bu soruya göstereceği fiziksel tepkinin görüntü işleme analizi sonucu eşleşme göstermesi durumunda çocuğun soruları doğru bildiği, eşleşme olumsuz ise çocuğun yanlış hareket gerçekleştirdiği sonucu üretilir. Doğru bilmesi durumunda tebrik eden, yanlış bilmesi durumunda hevesini kırmadan teşvik edici işitsel bildirimler dinletilip, bu sesler ile ilgili görseller çocuğa ekrandan gösterilmektedir.

C. Gömülü Sistem Yazılımının Çalışma Prensibi

Figür.3'te görülen kod parçasında sıcaklık sensöründen alınan anlık değerler öncelikle mV'a daha sonra da °C dereceye çevrilmektedir. Hesaplanan sıcaklık değerleri yine anlık olarak kontrol edilmektedir. Yüksek sıcaklık durumlarında, gaz kaçağı tespitinde veya devrilme tespit edildiğinde i-RoHEAD acil durum moduna geçmekte ve SMS göndermektedir.

```

...
...
...

//-----Sıcaklık ve Gaz Ölç-----//
Olculendeger1 = analogRead(sicaklikpin);
GazEsikDegeri = analogRead(gazpin);
Olculendeger1 = (Olculendeger1/1023)*5000;
sicaklik = Olculendeger1 / 10,0;
delay (2000);
//-----Sıcaklık Kontrol-----//
if (sicaklik > 60){
  sms.beginSMS(YetkiliNumara);
  sms.print("Acil Durum! Yangın olabilir!");
  sms.endSMS();
  setColor(0, 255, 255);
  tone(PIEZ0_PIN, 494, 500); }
else
{
  if (sicaklik > 50){
    sms.beginSMS(YetkiliNumara);
    sms.print("Dikkat! Ortam sıcaklığı anormal!");
    sms.endSMS();
    setColor(0, 0, 255);
    tone(PIEZ0_PIN, 494, 500); }
  if (sicaklik < 45){
    setColor(255, 255, 0);
    noTone(PIEZ0_PIN);}
}
//-----Gaz Kontrol-----//
if (GazEsikDegeri > 250 ) {
  sms.beginSMS(YetkiliNumara);
  sms.print("Dikkat! Gaz kaçacağı var !");
  sms.endSMS();
  setColor(0, 255, 255); // Red
  tone(PIEZ0_PIN, 494, 500); }

//-----Tilt Sensor Kontrol-----//
if (digitalRead(SENSOR_PIN) == HIGH){
  sms.beginSMS(YetkiliNumara);
  sms.print("i-RoHEAD devrildi,deprem olabilir!");
  sms.endSMS();
  setColor(0, 255, 255); // Red
  tone(PIEZ0_PIN, 494, 500); }
else{
  setColor(255, 255, 0); }
...
...
//-----Mesafe Ölç-----//
int duration, distance, pos = 0, i;
digitalWrite(trigPin, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(trigPin, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin, LOW);
duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
distance = (duration / 2) / 29.1;
...

```

Figür.3 Arduino sıcaklık, gaz ve mesafe kontrol kodlarının bir kısmı

Mesafe ölçüm sensörü sürekli yinelediği ölçümlerle, kullanıcının i-RoHEAD önünde 50cm mesafe içerisinde bulunup bulunmadığını incelemektedir. i-RoHEAD bir çocuğun yaklaştığına karar verdiğinde rastgele bir soru numarası üretir ve bu bilgiyi hem mobil uygulamaya hem de Matlab'a gönderir.

Figür.4'te Arduino ile Matlab arasındaki bilgi akışı görülmektedir. Açılan seri port üzerinden haberleşen Matlab, görüntü işleme sonucunda döndürdüğü anlamlı bilgileri seri port üzerine yazmaktadır. Arduino ile bu bilgiler okunur ve Bluetooth modülü ile Android cihaza aktarılır.

```

//-----Mesafe Kontrol & Soru Üret-----//
if (distance > 50 ) {
  status = 1;}
if (distance <= 50 && status == 1){
  SoruID = rand()%10;
  Serial.print(SoruID);
  status = 0; }
...
...
delay(10000);
//----- Matlab &Bluetooth-----//
if(Serial.available()>0&&Genotronex.available()){
  BluetoothData = Genotronex.read();
  MatlabSonucu = Serial.read();

  if(MatlabSonucu==SoruID&&SoruID==BluetoothData){
    setColor(255, 0, 255);
    myservo_right.write(45);
    myservo_left.write(0);
    Serial.println("DOGRU!");
    delay(2000);
    setColor(255, 255, 0); }
...
...
if(MatlabSonucu!=SoruID&&SoruID!=BluetoothData){
  setColor(0, 255, 255);
  myservo_right.write(0);
  myservo_left.write(45);
  Serial.println("YANLIS!");
  delay(2000);
  setColor(255, 255, 0);
  myservo_right.write(45);
  myservo_left.write(0); }
...
}
...

```

Figür.4 Arduino Matlab senkronizasyon ve Bluetooth kontrol kodlarının bir kısmı

i-RoHEAD Bluetooth modülü ile Android cihaza bağlıdır. Android cihaz tarafından i-RoHEAD'e gönderilen değerler Arduino'da anlam kazanarak kullanıcıya fiziksel tepkiler oluşturur. Doğru veya yanlış bilinen sorular hem uygulama ekranı ile görsel ve işitsel olarak hem de i-RoHEAD üzerinden tepkisel olarak çocuğa iletilir. Bu tepkiler, robotun gözlerindeki LED'lerin renklerinin değişmesi, kaşlarını hareket ettirilmesi gibi farklılaşmaktadır.

IV. SONUÇ

Projenin Başkent Üniversitesi TEKMER'de yer alan "Gözlem Yazılım Ar-Ge Müh. Tic. Ltd. Şti." ortaklığı ile TÜBİTAK 2241-A Sanayi Odaklı Lisans Bitirme Tezi desteğine Ocak 2016 tarihinde başvurusu gerçekleştirilmiştir.

Çalışma sonucunda, durağan arka plan ve değişmeyen ışık koşulları altında yaklaşık %70 civarı başarı ile çalışabilen bir sistem geliştirilmiştir. Sistemin sınırlı sayıda çocuk üzerinde denemesi yapılmıştır. Fotoğraf karelerinin yakalanması esnasında hareketli çocukların istenildiği kadar sabit durmayışı sistemin genel başarısını düşürmüştür. Günümüz mobil uygulamalarına alışkın olan çocukların ilgisini daha çok çekebilmek amacı ile geliştirilen mobil eğlence yazılımının güncellenmesi gereklidir. Prototipin dış görünüşünün endüstriyel tasarımının eksikliği başka bir dezavantaj olup, ilgi çekiciliği azalttığı düşünülmektedir. Fakat böyle bir sistemin tamamlanmış olması, yazılım ve donanım entegrasyonunun bitirilişi ve ilk prototipin üretilmesi bu çalışmadaki esas hedefimizdir.

Okul öncesi kurumlarda, oyun ve eğlence merkezlerinde ve istenirse evde kullanılabilecek modüler bir cihaz olması amacı ile öncelikle endüstriyel tasarımının gerçekleştirilmesi ve görüntü işleme yazılımının Matlab ortamından kurtarılması gereklidir.

İlk temellerin atıldığı bu çalışma gelecek yıllarda geliştirilecek çalışmalarımıza ön ayak olacaktır. Gerekli yazılımsal, donanımsal iyileştirmeler ile ürün iyileştirmeleri yapılacaktır.

REFERANSLAR

- [1] Akbal, E., Boyacı, A., Karabatak, G., & Ulaş, M. (2009). "Büyük kampüslerde ip tabanlı güvenlik kamera sistemi çözümü". *Akademik bilişim*, 9, 195-198.
- [2] ÇAKIR, H., & BABACAN, H. K. (2011). Hareketi Algılayan Kamera Destekli Güvenlik. *International journal of informatics technologies*, 4(2).
- [3] Özdemir, Ö. G. D., Karaman, S., Özgenel, C., & Özbolat, A. R. *Zihinsel engellilere yönelik robot destekli öğrenme ortamlarında etkileşim alternatiflerinin belirlenmesi*.
- [4] Arduino - <https://www.arduino.cc/en/Reference/HomePage>
- [5] Sensörler - <http://www.robotistan.com/sensor>
- [6] MIT App Inventor - <http://ai2.appinventor.mit.edu/>
- [7] Yılmaz N., Sağıroğlu Ş., Bayrak M. (2006) "Genel amaçlı web tabanlı mobil robot: SUNAR" Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 21, No 4, 745-752, 2006

Protein Katlanması Problemine Genetik Algoritma Yaklaşımı A Genetic Algorithm Approach For Protein Folding Problem

Abdullah Erhan Akkaya
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
İnönü Üniversitesi
Malatya, Türkiye
erhan.akkaya@inonu.edu.tr

Özetçe—Proteinler insan vücudunda büyüme, gelişme, yaraların tamir edilmesi, çeşitli maddelerin sindirim ve sentezi, enfeksiyonlara karşı savunma, sıvı dengesinin sağlanması, zekâ gelişimi, azot dengesinin sağlanması gibi temel olaylarda hayati göreve sahiptir. Ancak, her proteinin üstlendiği görev, proteinin kendine has en düşük enerji değerine sahip olduğu kabul edilen 3-boyutlu “konformasyona”, doğru katlanmış doğal yapıya sahip olduğunda başarıyla yerine getirilmektedir. Alzheimer, Parkinson, Sistik fibroz gibi hastalıkların, proteinin yanlış katlanması nedeniyle ortaya çıktıklarının keşfedilmesi sonucu, protein katlanması problemi alanındaki çalışmalar hızla artmıştır. Bu çalışmada 2D HP modeli kullanılarak, genetik algoritma aracılığı ile protein katlanması problemine çözüm sunulmaya çalışılmıştır.

İndeks terimleri—Protein katlanması problemi, 2D kafes modeli, genetik algoritma.

Abstract—Proteins has a vital mission at the basic events such as growth, development, wound repairing, digestion and synthesis of various substances, defense against infections, provision of fluid balance, mental development, provision of nitrogen balance in human body. However, the task undertaken by each protein can process successfully when the protein has 3D conformation, folded/native state that have the lowest free energy. With the discovery of results that Alzheimer’s disease, Parkinson’s disease, cystic fibrosis appeared by protein misfolding, the studies on the protein folding problem area have been increased fast. In this study, the genetic algorithm has been used for the protein folding problem by using 2D HP model.

Index Terms—Protein folding problem, 2D lattice model, genetic algorithm.

I. GİRİŞ

“Protein” sözcüğü, 1838 yılında proteinleri ilk olarak tanımlayan Jöns Jakob Berzelius tarafından, Yunanca “birinci sıra”, “birincil öneme sahip” anlamlarına gelen “πρωτα” (prota) kelimesinden türetilmiştir [1]. James B. Sumner 1926 yılında midede antrum bölgesine yerleşik yaşayan *Helicobacter pylori* bakterisi tarafından üretilen üreaz (urease) enziminin kristallerini elde ederek, bu molekülün büyük bir kısmının protein olduğunu tespit etmiş ve böylece proteinin yaşayan organizmalar içindeki hayati değeri anlaşılmıştır [2]. 1958 yılında Frederick Sanger insülin proteininin amino asit dizilimini ortaya çıkararak bir ilke imza atmış ve Kimya alanında Nobel bilim ödülünü kazanmıştır. Tespit edilen ilk protein yapılarından olan hemoglobin Max Perutz tarafından, miyoglobin ise Sir John Cowdery Kendrew tarafından 1958 yılında yapısal olarak çözülmüştür. Her iki proteinin yapısı da X-ray difraksiyon analizi sistemi ile keşfedilmiş ve bu çalışma kâşif bilim adamlarına 1962 yılında Kimya alanında Nobel bilim ödülünü kazandırmıştır [1].

Proteinler hücre içerisinde meydana gelen tüm biyolojik olayların yapıtaşdır. Kanda bulunan hemoglobin proteini hücrelere oksijen taşımacılığı görevini üstlenmekte, antikor proteini vücudun savunma sisteminin temelini oluşturmakta, insülin hücrelere glikoz alımını sağlamakta, keratin saç ve tırnak yapısını meydana getirmekte, enzim adı verilen proteinler ise hücre içi kimyasal reaksiyonları mükemmel bir hız ve doğrulukta yerine getirmektedir. Proteinin bütün bu görevleri yerine getirebilmesi için doğal haline düzgün bir biçimde katlanması her zaman doğru biçimde gerçekleşmediğinden araştırma konularından birisi olmuş ve protein katlanması problemi ismini almıştır.

II. PROTEİNİN YAPISI

Protein zincirleri, Şekil 1’de verilen karbon, hidrojen, oksijen ve azot atomlarının bir araya gelmesiyle oluşan amino

asitlerin yan yana dizilmeleri sonucu oluşur. Merkezde α Carbon atomu, sol tarafta NH_2 amino grubu, sağ tarafında COOH karboksil grubu bulunmaktadır. Her aminoasitte farklılık gösteren ve aminoasitleri birbirinden ayıran radikal grup ise R ile gösterilmektedir [3]. Başlıca 20 adet farklı radikal grup vardır. Bu standart 20 amino asidin farklı sayıda dizilişleri neticesi yüzbinlerce farklı yapı ve göreve sahip proteinler oluşmaktadır. Proteinlerin 50 adet aminoasit içeren türlerinden, binlerce amino asit içeren türlerine kadar birçok çeşidi vardır.

Hücrelerde protein sentezi sonrasında üretilen aminoasitlerin birbirine bağlanarak oluşturdukları düz zincir, daha sonra aminoasitler arasındaki kimyasal bağlar neticesi katlanarak proteine en son şeklini vermektedir. Bir proteinin aktif bölgesindeki sadece bir amino asidin katlanma sonucu bağ kurduğu amino asidin değişmesi bile, proteinin şeklini değiştirip iş görmesini engellemekte, hatta hastalıklara sebep olmaktadır. Bu nedenle, protein sentezi sonrası zincir şeklinde olan aminoasit dizisinin katlanarak asıl şeklini alması önemlidir.

III. AMİNO ASİTLERİN SINIFLANDIRILMASI

James Watson ile birlikte DNA'nın yapısını keşfeden Francis Crick 20 temel amino asit saptamıştır. Amino asitler R-radikal yan zincirindeki yapı ve amino asidin davranışına göre dört alt grupta toplanmaktadır [4]:

A. Hidrofobik (Nonpolar) Amino Asitler

Su ile bağ yapmayan amino asit grubudur. Bu gruptaki amino asitler: Alanine (ala, A), Valine (val, V), Leucine (leu, L), Isoleucine (ile, I), Proline (pro, P), Methionine (met, M), Phenylalanine (phe, F), Tryptophan (trp, W).

B. Hidrofilik (Polar) Amino Asitler

Su ile bağ yapan amino asit grubudur. Bu gruptaki amino asitler: Glycine (gly, G), Serine (ser, S), Asparagine (asn, N), Glutamine (gln, Q), Threonine (thr, T), Tyrosine (tyr, Y), Cysteine (cys, C).

C. Asidik (Polar)

Bu gruptaki amino asitler: Aspartic acid (asp, D), Glutamic acid (glu, E).

D. Bazik (Polar)

Bu gruptaki amino asitler: Histidine (his, H), Arginine (arg, R), Lysine (lys, K).

IV. PROTEİNİN KATLANMA AŞAMALARI

Protein mimarisi incelendiğinde birincil yapı, ikincil yapı, üçüncül yapı ve dördüncül yapı olmak üzere dört seviyeli bir yapısal organizasyona ve katlanma aşamasına sahip olduğu görülmektedir (Şekil 2).

A. Primer (birincil)Yapı

Birbirlerine peptid bağı ile bağlanmış, zincir şeklindeki amino asit dizisinden oluşan yapıdır [5]. Primer yapıda bulunan her amino asidin sırası çok önemlidir. Farklı konumlara farklı amino asitlerin gelmesi, yapıyı kısmen veya tamamen değiştirebilir. Primer yapıdaki temel bağ kovalent (peptid bağı) bağıdır.

B. Sekonder (ikincil) Yapı

Zincir şeklindeki proteinlerin, belli özellikleri olan özel yapılar oluşturmasıdır [5]. Bunlar alfa heliks, beta kırmalı tabaka, beta kıvrımları, gelişigüzel yapılar ve süper sekonder yapılarıdır. Bir proteinde çok sayıda aynı veya farklı sekonder yapı bulunabilir.

C. Tersiyer (üçüncül) Yapı:

Proteinde bulunan sekonder yapıların bir araya gelerek oluşturduğu ve proteinin özelliğini belirleyen yapıdır. Tersiyer yapıyı stabilize etmek için hidrofobik etkileşimler, hidrojen bağları, iyonik bağlar gibi zayıf kimyasal bağlar kullanılır [5, 7].

D. Kuarterner (dördüncül) yapı

Tersiyer yapısını kazanmış iki veya daha fazla proteinin bir araya gelerek oluşturduğu kompleks yapılarıdır [8].

V. PROBLEM MODELİ VE UYGULANAN ALGORİTMA

Protein katlanmasının bilgisayar ortamında modellenenebilmesi için birçok çözüm yaklaşımları geliştirilmiştir. Bunlardan bazıları 2D HP model, HPNX model, Charged Graph Embedding model, Lattice Polymer Embedding model, Tangent Spheres Side Chain model (HP-TSSC), Perturbed Homopolymer (PH) ve Helical-HP modelidir. Bu çalışmada 2D HP modeli kullanılarak protein katlanması problemi Genetik algoritma ile optimize edilmeye çalışılmıştır.

A. 2D HP Modeli

Protein katlanması probleminde en çok bilinen ayrık model olan 2D HP modeli, 1989 yılında Kit Fun Lau ve Ken A. Dill tarafından ortaya atılmıştır [9]. Bu modelde, proteinler n adet amino aside sahip lineer bir zincir olarak modellenmiştir. Her bir amino asit ya suyu sevmeyen hidrofobik (H) ya da suyu seven hidrofilik (P) yapıdadır.

Bir protein zincirinin oluşturduğu farklı katlanmalar *konformasyon* adını almaktadır. H ve P amino asitlerinden oluşan konformasyon, iki boyutlu kare bir kafes matris üzerinde modellendiğinden dolayı 2D HP model adını almıştır. Kafes modeli matriste, matris üyelerinin bulunduğu her bir noktaya site adı verilmiştir. Her bir sitenin 4 adet komşusu vardır. Şekil 3'de zincire eklenen her bir amino asit, kendisinden önce eklenmiş olan amino asidin yönü baz alınarak sola, sağa veya aynı doğrultuda zincire eklenmektedir.

2D HP modelde her bir amino asit kafes içerisinde ancak ve ancak bir site alanını işgal edebilir ve amino asitler asla aynı site alanını işgal ederek üst üste gelemeyiz. Eğer iki amino asit monomeri, zincir diziliminde komşu ise bu tür komşuluğa *bağlı komşuluk*; zincir diziliminde komşu olmayıp kafes uzayında komşu ise *topolojik komşuluk* adını almaktadır. Dill

ve Lau her bir H-H monomeri arasındaki topolojik komşuluğun serbest bir bağlantı enerjisine sahip olduğunu, H-P ve P-P monomerleri arasındaki çekimin enerji değerinin ise sıfıra eşit olduğunu farzetmişlerdir.

Lau ve Dill “konformasyon uzayı” ve “dizi uzayı” olmak üzere iki farklı uzay tanımlamışlardır. Konformasyon uzayı, tüm olası farklı bükülmeleri içerecek şekilde molekülün sahip olabileceği konformasyon kümesini tanımlamaktadır. Dizi uzayı ise H ve P monomerleri ile oluşturulabilecek bütün olası dizilim kümesini tanımlamaktadır. $n=10$ amino asitli bir zincirde H ve P olmak üzere 2 bite sahiptir. Bu durumda tüm farklı zincirlerin sayısı $2^{10} = 1024$ olacaktır.

Şekil 4’de verilen HHPHHPHHPH amino asit zincirinin olası bir konformasyonunda, siyah dolgulu kareler H monomerlerini, yeşil dolgulu kareler P monomerlerini, kesikli çizgi ise topolojik komşuluğu bulunan H-H monomerleri arasındaki enerji bağı göstermektedir. Bu protein zincirinin alt konformasyonunun enerji değerinin 3 olduğu görülmektedir.

B. Genetik Algoritma

Genetik algoritma çaprazlama, mutasyon ve seçme operatörlerini içeren popülasyon tabanlı bir algoritmadır. Daha iyi çözümler üretirken genetik algoritmalar çaprazlama operatörüne güvenir. Bu ana operatör, popülasyondaki çözümlerin rastgele örneklenmesi sonucu oluşan farklılıklardan yararlanılarak oluşturulmuştur. Genetik algoritmanın temel adımları aşağıda verilmiştir:

- Rastgele bir çözüm kümesi seçilerek başlangıç popülasyonu oluşturulur.
- Her bir dizi için uygunluk değeri hesaplanır.
- Bir veya bir grup dizi belirlenmiş olasılık değerine göre rastgele seçilip çoğaltma işlemi yapılır.
- Elde edilen yeni bireylerin uygunluk değerleri hesaplanarak, bu bireylere çaprazlama ve mutasyon işlemleri uygulanır.
- İterasyon sayısı boyunca işlemler devam ettirilir.
- Amaç fonksiyonuna göre en uygun olan dizi seçilir.

VI. UYGULAMA

Popülasyon büyüklüğü, aynı anda değerlendirmeye alınacak doğru katlanmış çözümlerin sayısını göstermektedir. Değişken aralığı olarak zincire eklenecek aminoasitlerin yönelimleri olan s (straight), l (left) ve r (right) değerleri kullanılmıştır. Popülasyon büyüklüğü 200, çözüm boyutu [(protein zinciri uzunluğu) – 2] olarak seçilmiştir. Durdurma kistası olarak ise 2000. nesile ulaşıldığında veya minimum enerji seviyesi bulunduğu anda sistem çalışmasını durdurmaktadır.

İlk olarak PopA adında 200 elemana sahip rassal bir konformasyon popülasyonu oluşturularak her bir dizinin uygunluk değeri hesaplanmıştır. PopA popülasyonundan mutasyon yolu ile PopB popülasyonu ve yeni PopB popülasyonundan tekrar mutasyon yolu ile PopA popülasyonu üretilerek yeni nesiller elde edilmiştir. Daha sonra oluşturulan PopA vektörü rastgele bir yerden ikiye bölünerek çaprazlama işlemine tabi tutulmuş ve yeni oluşan vektörlerle PopB popülasyonu elde edilmiştir. Son olarak oluşan yeni PopB

popülasyonu yine rastgele bir yerden bölünerek çaprazlama işlemine tabi tutulmuş ve yeni oluşan vektörlerle PopA popülasyonu elde edilmiştir. Oluşan yeni PopA popülasyonu içerisinde uygun olan konformasyonların en yüksek enerjiye sahip olanı PopA’nın 0 numaralı elemanına atanmıştır. 2000. nesile ulaşıncaya kadar bu adımlar tekrarlanmıştır.

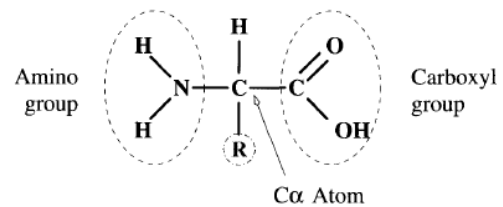
Genetik algoritma kullanılarak Tablo 2’de gösterilen zincirler doğal (formdaki mevcut) enerji değerlerine başarılı bir şekilde katlanmıştır.

VII. SONUÇ

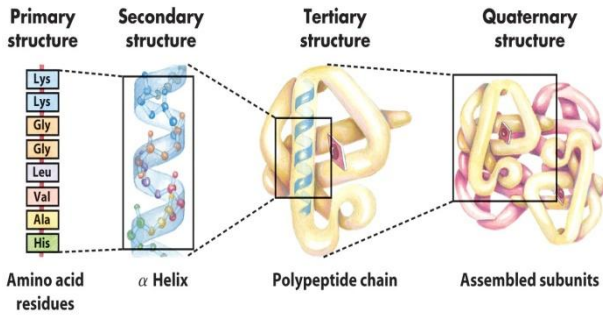
Bu çalışmada Java dili ve NetBeans ortamı kullanılarak, 2D HP model üzerine kurulu protein zincirine ait konformasyonun alt uzayları yazılan genetik algoritma programı ile araştırılmış, 20, 24, 25 ve 36 amino asitli yapıya sahip protein zincirlerinin önceden hesaplanmış olan minimum enerji değerlerine erişilmek istenmiştir. Gerçek dünya modelindeki proteinin tersiyer ve kuartern yapıları hesapsal karmaşıklığı artıracığından kodlanmamış ve sadece 2D model üzerinde işlem gerçekleştirilmiştir. Artan amino asit sayısının araştırma uzayını genişlettiğinden protein katlanması simülasyonunu olumsuz yönde etkilediği ve hesapsal maliyeti artırdığı tespit edilmiştir. NP-hard sınıfına giren protein katlanması probleminin çözümü için probleme uygun olan diğer optimizasyon metodlarının da denemesi ve sonuçların karşılaştırılması gerekliliği belirlenmiştir.

VIII. KAYNAKÇA

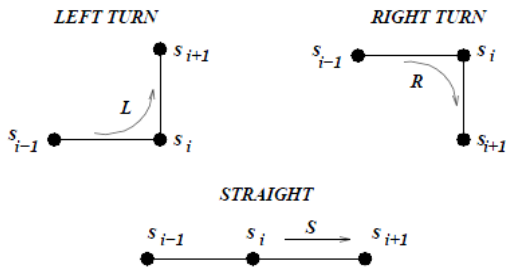
- [1] <http://tr.wikipedia.org/wiki/Protein>
- [2] <http://www.acikarsiv.gazi.edu.tr/dosya/ureaz.pdf>
- [3] Clote, P., Backofen, R., Levin, S., *Computational Molecular Biology An Introduction*, WILEY Series, England, 2000.
- [4] Moore, John T., PhD; Langley, Richard, PhD. *Biochemistry For Dummies*, Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2008. pages 55-57-59.
- [5] Text Book, *Molecular Biophysics (structure in motion)*, Michel Daune
- [6] Nelson, D.L., Cox, M.M., *Principles of Biochemistry*, , Lehninger, 2004. page 89.
- [7] “Tertiary protein structure and folds”, <http://www.expasy.org/swissmod/course/text/chapter4.htm>
- [8] “Tertiary protein structure and folds”, <http://www.expasy.org/swissmod/course/text/chapter4.htm>
- [9] Lau, K.F., Dill, K.A., “A Lattice Statistical Mechanics Model of the Conformational and Sequence Spaces of Proteins”, *Macromolecules*, 22, sayfa 3986-3989 , 1989.



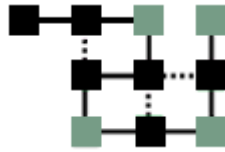
Şekil 1. Amino asit ve yapısı [3].



Şekil 2. Proteinin dört seviyeli yapısı [6].

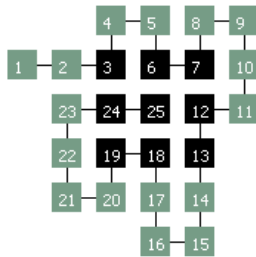


Şekil 3. Yeni bir monomerin zincire eklenmesi.



Şekil 4. Enerji değeri 3 olan bir konformasyon

Peptide Length= 25
 ■ Hydrophobic
 ■ Hydrophilic



Şekil 5. Doğal yapısına katlanmış 25 monomerli aminoasit zinciri.

TABLO I. BENCHMARK ZİNCİRLERİ

Peptid Uzunl.	Zincir Dizilimi	Enerji Değeri
20	HPHP ₂ H ₂ PHP ₂ HPH ₂ P ₂ HPH	9
24	H ₂ P ₂ (HPP) ₆ H ₂	9
25	P ₂ HP ₂ (H ₂ P ₄) ₃ H ₂	8
36	P ₃ H ₂ P ₂ H ₂ P ₅ H ₇ P ₂ H ₂ P ₄ H ₂ P ₂ HP ₂	14
48	P ₂ H(P ₂ H ₂) ₂ P ₅ H ₁₀ P ₆ (H ₂ P ₂) ₂ HP ₂ H ₅	23

TABLO II. UYGULAMA SONUÇLARI

	Boyut	20	24	25	36	48
	Enerji	9	9	8	14	23
2000 iterasyon sonu her bir adıma ait enerji değerleri	Adım1	9	9	6	11	20
	Adım2	9	9	7	11	17
	Adım3	9	9	8	13	18
	Adım4	9	8	7	11	16
	Adım5	9	9	7	11	22
	Adım6	9	9	7	11	19
	Adım7	9	8	6	11	21
	Adım8	9	9	7	14	20
	Adım9	9	9	7	13	23
	Adım10	9	9	8	11	22
	En iyi değer	9	9	8	14	23
	Ortalama değer	9	8,8	7	11,7	19,8
	Std. Sapma	0	0,42	0,67	1,16	2,29

Detecting Occupancy of an Office Room by Recurrent Extreme Learning Machines

Ömer Faruk Ertuğrul

Dept.of Electrical and Electronics Eng.
Batman University
Batman,Turkey
omerfarukertugrul@gmail.com

Yılmaz Kaya

Dept.of Computer Engineering
Siirt University
Siirt, Turkey
yilmazkaya1977@gmail.com

Mehmet Emin Tağluk

Dept.of Electrical and Electronics Eng.
Inonu University
Malatya,Turkey
metagluk@inonu.edu.tr

Abstract— Occupancy detection is a major task in building management systems in various perspectives, such as security and energy controlling. Occupancy detection has been done by utilizing passive infrared motion detectors, video cameras, smart meters, and sensors. Because of their small sizes, low energy requirements, and low costs, it becomes popular to employ them in occupancy detection. Therefore, determining the most relevant sensor types and the most suitable machine learning method for classification is an important task nowadays. Since the analyzed signals are time-varying, higher accuracy levels can be achieved by recurrent methods, but any recurrent method has not been employed in this subject yet. Based on this verity, the main purpose of this study was to validate the applicability and the success rate of recurrent extreme learning method (RELM), which was built to improve the learning methodology in training recurrent type single hidden neural network. Achieved accuracy levels by RELM were compared to the results obtained by ELM and other reported results found in the literature. RELM showed the highest success in terms of accuracy levels.

IndexTerms—Occupancy detection, Recurrent Extreme Learning Machine, Sensor Signals.

I. INTRODUCTION

Determining occupancy is a major task in building management (intelligent buildings) such as optimizing user comfort, security, and energy controlling [1]. It was reported that 30% to 42% of used energy can be saved by a successful occupancy detection [1-3]. This lower energy consumption is not only from minimizing energy wasted in lighting of unoccupied area [3-6] and switching of electric loads [3, 4], but also from minimizing energy wasted cooling or heating [4, 5] of these sections. This is also linked with smart grid networks [7, 8] in order to determine the amount of required electricity more accurately [9].

To achieve this purpose, in primary applications, passive infrared (PIR) motion detectors were employed [5, 10]. But because of obtained low accuracy by PIR detectors in determining occupancy of the subjects that remain relatively immobile [4, 10], video cameras [5, 10] and smart meters [5, 9, 11] have been used. Nowadays, to achieve cheaper and more accurate systems, and also because of the privacy concerns, using sensor groups (such as light, motion, temperature, sound, acoustics, humidity, power use, and CO₂) becomes more popular [2, 4, 10, 12].

Due to its conceptual importance, there is a growing literature in determining the most relevant sensor types, and also the most accurate methods for their classification [4, 6], like artificial neural networks (ANN) [10, 13-17], support vector machines (SVM) [5, 10, 17], hidden Markov models, [10], k nearest neighbor models (kNN) [5, 16, 17], decision trees [2, 4, 17].

Occupation detection is done by time ordered datasets and therefore it can be said that it is a dynamic process. The recurrent type machine learning methods may show higher success in dynamic systems [18, 19] because they provide higher nonlinearity based on feedback neurons [20, 21]. But, from the best knowledge of the authors, any recurrent type method machine learning method has not been employed yet.

In this perspective this study was carried out to validate this idea by employing the recurrent extreme learning machines (RELM) that had been proposed by Ertuğrul [21]. RELM is an extreme learning machine [22] based recurrent training method developed for training single hidden layer neural networks. Occupancy detection dataset used in [2] was employed here for teststing the proposed method, and the achieved accuracy levels by RELM were compared with the reported results [2] and the obtained results by ELM for the same dataset, and also with the results found in current literature. The rest of the paper is organized as: the employed dataset and the theory of RELM are presented in the next section. The obtained results and the related discussion in Section 3. Finally, in section 4 the study is concluded.

II. MATERIALS AND METHOD

A. Occupancy detection dataset

Occupancy detection dataset was generated by Candanedo and Feldheim [2] and published in UCI Machine Learning Repository [23]. This dataset contains 3 different datasets; one of them was employed for training and the others were employed in the validation of used machine learning method. These datasets consist of the following features

- Week status (WS): It was exacted from date raw (year-month-day) and it took 1 (if it is a weekday) or 0 (if it is a weekend).
- The number of seconds from midnight (NSM): It was exacted from time raw (hour:minute:second).
- Temperature in Celsius (T)

- Relative Humidity (ϕ)
- Humidity ratio (W)
- Light (Lux)
- CO₂ (ppm)
- Occupancy: “0” was used for unoccupied; while “1” was used occupied status.

These features were detected by sensors and recorded. The occupation status was determined by taken pictures. Samples, which were recorded on February 5, 2015, were given in Fig. 1. More details about the employed dataset can be found in [2].

Finally, the output weights were calculated via new hidden (H) matrix:

where, y^{-r} indicates the previous r^{th} value of the output. By this way, the weights in the output weights ($\beta_{1..m}$) can be determined by Moore–Penrose generalized inverse method, such as:

$$\hat{\beta} = H^+ y \quad (3)$$

where H^+ is the generalized Moore–Penrose generalized inverse matrix of H [22].

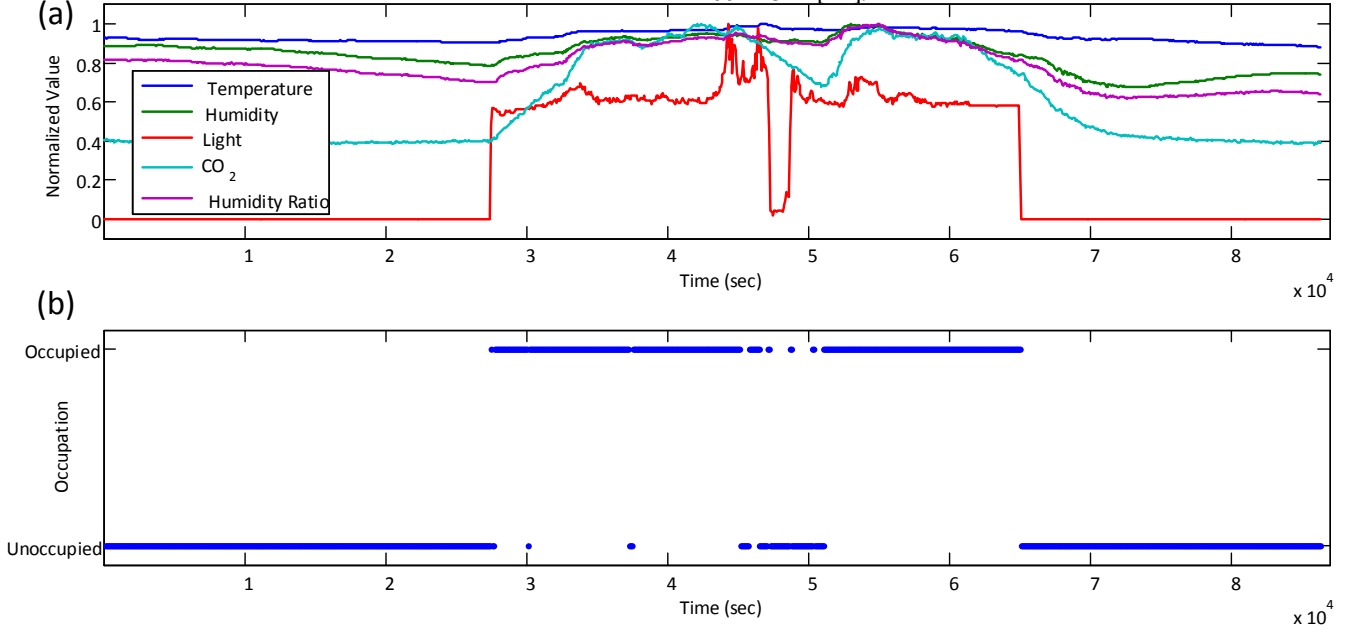


Fig. 2. (a). Sensor signals, (b) Occupation status

B. Recurrent extreme learning machines

RELM was based on ELM, which has been employed to train a single hidden layer artificial neural network by assigning weights in the input layer and biases in the hidden layer arbitrary and determining weights in the hidden layer analytically [22]. There is a large and growing literature that reports higher accuracies and faster training stages in ANNs trained by ELM with respect to ANNs trained by backpropagation [21, 24, 25, 26]. In RELM, the methodology of ELM was improved to train a single hidden layer recurrent artificial neural network, which is given in Fig. 2 [21], in order to increase its ability in modeling dynamic systems [27].

The output of this network can be calculated by:

$$y = \sum_{j=1}^m \beta_j g \left(\sum_{i=1}^n w_{i,j} x_i + \sum_{i=n+1}^{n+r} w_{i,j} \delta(t-i+n) + b_j \right) \quad (1)$$

where, δ , t , and r show delay, the instance order, and the number of employed context neurons, respectively. Output values were given as an extra input with delays by context neurons [21]. Later, the same learning procedure of ELM was evaluated; biases in the hidden layer, and weights in both input layer and feedback layer were assigned arbitrary.

$$H = \begin{bmatrix} g(w_{1,1}x_1 + b_1) & \cdots & g(w_{1,m}x_m + b_m) & g(w_{1,m+1}y^{-1} + b_{m+1}) & \cdots & g(w_{1,m+r}y^{-r} + b_{m+r}) \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ g(w_{n,1}x_1 + b_1) & \cdots & g(w_{n,m}x_m + b_m) & g(w_{n,m+1}y^{-1} + b_{m+1}) & \cdots & g(w_{n,m+r}y^{-r} + b_{m+r}) \end{bmatrix} \quad (2)$$

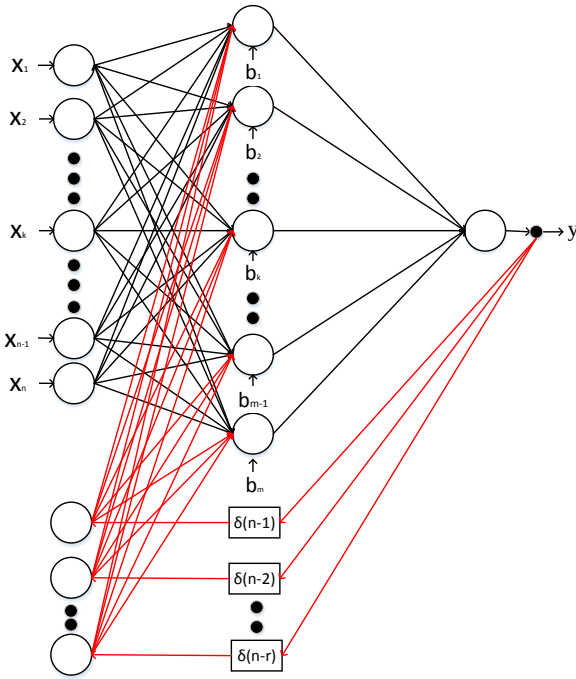


Fig. 2. Structure of Single Hidden Layer Recurrent ANN[21]

III. RESULTS AND DISCUSSION

Similar to each machine learning methods, before implementing RELM; the optimal values of RELM parameters like number of neurons in the hidden layer, number of context neurons as well as the transfer function to be used in hidden neuronal nodes need to be determined. In this study, the optimal values of these parameters were simply determined based on the achieved accuracy levels in different trials. The accuracy was calculated by:

$$\text{Accuracy (\%)} = 100 \times \frac{\# \text{ correctly classified samples}}{\# \text{ all samples}} \quad (4)$$

A. Optimizing RELM parameters

Firstly, the optimal number of context neurons, which show the total delay time via backward connections from the output layer to the input layer, was determined by trials. Achieved accuracies in separate trials were summarized in Table 1.

TABLE II. DETERMINING OPTIMUM NUMBER OF CONTEXT NEURONS

Number of Context Neurons	Obtained Accuracy (%)		
	Train	Test#1	Test#2
1	99.85	99.10	99.56
2	99.89	99.14	99.53
3	99.90	99.10	99.55
4	99.90	99.02	99.54
5	99.89	99.10	99.52

Since similar accuracies were achieved in each case (see Table 1), the optimal number of context neurons was assigned as “1” in order to minimize the network complexity. This means, the output of the network was also used as an input by a

delay. Later, the optimal transfer function and the number of neurons contained by hidden layer were determined by trials and obtained accuracies were summarized in Fig. 3.

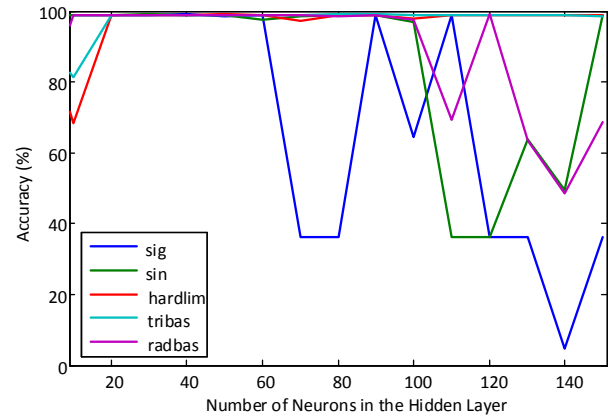


Fig. 3. Determining optimum number of neurons in the hidden layer and the activation function

As seen in Figure 3, the optimum transfer function and the number of neurons in the hidden layer were selected as triangular bases (tribas) and 80 neurons, respectively, because of having minimum network complexity.

B. Obtained results

The same datasets (a training and two test datasets) were employed in classification by Linear Discriminant Analysis (LDA), Classification and Regression Trees (CART) and Random Forest (RF) methods [2] for some special cases. In order to have a fair comparison, RELM and ELM were employed for the same cases [2]. Obtained accuracies by RELM, ELM and achieved highest accuracies in [2] were summarized in Table 2.

It is obvious from Table 2 that, generally higher accuracy levels were achieved by ELM compared to the reported highest accuracy obtained by one of the LDA, CART and RF methods in [2]. The reasons behind this higher success may be because of high generalization capacity of ELM that was reported in many papers [22, 24-26]. Additionally, for each case higher accuracies were obtained by RELM compared to ELM, LDA [2], CART [2] and RF [2]. Since the training algorithm of both ELM and RELM are similar, the difference between obtained accuracies in RELM and ELM can be because of the delayed feedback context neuron. This result well suits with the findings available in the literature. The feedback loops boosted the network improves the train ability and adaptability of network [20] by providing higher nonlinear characteristics [18]. Furthermore, the obtained accuracy levels from this dataset by each method (RELM, ELM, LDA, CART and RF) were generally higher than those reported accuracy levels in the literature, which can be summarized as: 81-98.44% [4], 59-90% [5], 63.23-66.43% [13], 70.4-72.37% [14], 67-69% [15], and 55.26-98.2% [17].

IV. CONCLUSION

In this study, the applicability of RELM, which is a recurrent type training method, in detecting occupancy was

investigated. The superiority of this method can be appreciated by comparing the achieved accuracy levels to the ones reported in variety of studies found in literature. The main reason behind this success may be high generalization capacity of ELM and consequently RELM which has a capability of modeling networks suitable for nonlinear data structures through the delayed feedback connections.

REFERENCES

- [1] M. Jin, N. Bekiaris-Liberis, K. Weekly, C. Spanos, A. Bayen, Sensing by proxy: Occupancy detection based on indoor CO₂ concentration, UBIComm 2015, 2015, 14.
- [2] L.M. Candanedo, V. Feldheim, Accurate occupancy detection of an office room from light, temperature, humidity and CO₂ measurements using statistical learning models, Energy and Buildings, 2016, 112:28-39.
- [3] V. Garg, N. K., Bansal, Smart occupancy sensors to reduce energy consumption. Energy and Buildings, 2000, 32(1):81-87.
- [4] E. Hailemariam, R. Goldstein, R. Attar, A. Khan, Real-time occupancy detection using decision trees with multiple sensor types, Proceedings of the 2011 Symposium on Simulation for Architecture and Urban Design, 2011, pp. 141-148.
- [5] W. Kleiminger, C. Beckel, T. Staake, S. Santini, Occupancy detection from electricity consumption data, Proceedings of the 5th ACM Workshop on Embedded Systems for Energy-Efficient Buildings, 2013, pp. 1-8.
- [7] Cengiz M.S., 2014. System Optimization On Smart Grid, SSRG International Journal of Electrical and Electronics Engineering, 1(8) 28-32.
- [8] Cengiz M.S., 2014. Evaluation of Smart Grids and Turkey, Global Advanced Research Journal of Engineering, Technology and Innovation, 3(7) 149-153.
- [9] D. Chen, D. Irwin, P. Shenoy, J. Albrecht, Combined heat and privacy: Preventing occupancy detection from smart meters, 2014 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom), 2014, pp. 208-215.
- [10] K. P. Lam, M. Höynck, B. Dong, B. Andrews, Y. S. Chiou, R. Zhang, D. Benitez, J. Choi, Occupancy detection through an extensive environmental sensor network in an open-plan office building, IBPSA Building Simulation, 2009, 145:1452-1459.
- [11] Cengiz M.S., 2013. Smart Meter and Cost Experiment, Przegląd Elektrotechniczny, 89(11) 206-209.
- [12] S. K. Ghai, L. V. Thanayankizil, D. P. Seetharam, D. Chakraborty, Occupancy detection in commercial buildings using opportunistic context sources. 2012 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops), 2012, 463-466.
- [13] Z. Yang, N. Li, B. Becerik-Gerber, M. Orosz, A multi-sensor based occupancy estimation model for supporting demand driven HVAC operations, Proceedings of the 2012 Symposium on Simulation for Architecture and Urban Design, Society for Computer Simulation International, San Diego, CA, USA, 2012, pp. 49-56.

TABLE II. OBTAINED ACCURACIES

Dataset	RELM			ELM			In [2]		
	Train	Test#1	Test#2	Train	Test#1	Test#2	Train	Test#1	Test#2
T, ϕ , Light, CO ₂ , W, NSM, WS	99.85	99.10	99.53	99.59	97.90	98.27	98.85	97.90	99.33
T, ϕ , Light, CO ₂ , W	99.68	99.10	99.56	99.66	97.90	99.18	98.78	97.90	98.76
T, ϕ , CO ₂ , W, NSM, WS	99.55	99.02	99.51	99.26	94.93	79.26	96.55	94.71	72.32
T, ϕ , CO ₂ , W	99.53	99.02	99.51	98.60	92.01	79.07	91.91	85.33	73.77
T, ϕ , Light, W, NSM, WS	99.68	99.10	99.57	99.67	97.97	99.24	98.77	97.90	98.96
T, ϕ , Light, W	99.71	99.10	99.58	99.39	97.90	99.30	98.55	97.90	98.24
T, ϕ , W, NSM, WS	99.55	99.02	99.51	99.24	94.52	81.63	99.98	95.50	92.49
T, ϕ , W	99.53	99.02	99.51	94.87	87.35	81.96	85.46	85.44	85.36
T, Light, NSM, WS	99.69	99.10	99.54	99.53	97.94	99.29	98.75	97.90	99.31
T, Light	99.61	99.10	99.56	99.01	97.94	99.21	96.56	97.90	98.62
ϕ , Light, NSM, WS	99.68	99.17	99.56	99.47	97.94	98.10	98.86	97.86	99.31
ϕ , Light	99.67	99.14	99.56	99.20	97.90	99.10	98.86	97.86	99.31
Light, CO ₂ , NSM, WS	99.71	99.14	99.56	99.62	97.90	98.16	99.98	96.14	77.71
Light, CO ₂	99.66	99.10	99.56	99.08	97.90	98.51	90.26	87.62	80.40
T, CO ₂ , NSM, WS	99.53	99.06	99.51	99.35	96.85	85.23	99.98	96.14	77.71
T, CO ₂	99.53	99.02	99.51	95.01	87.54	87.38	90.26	87.62	80.40
Light, W, NSM, WS	99.69	99.10	99.54	99.55	97.94	98.33	99.99	96.74	99.03
Light, W	99.66	99.17	99.58	99.10	97.90	99.18	99.52	96.10	98.98
T, ϕ , NSM, WS	99.53	99.02	99.51	99.21	90.28	83.86	99.95	95.61	92.85
T, ϕ	99.53	99.02	99.51	94.63	84.20	83.51	88.24	84.02	86.30
T, NSM, WS	99.53	99.02	99.51	99.01	92.76	84.30	99.75	95.91	92.57
T	99.51	99.02	99.51	86.69	83.00	80.75	83.38	85.33	83.64
Light, NSM, WS	99.68	99.10	99.55	99.23	97.97	99.15	98.93	97.22	99.26
Light	99.61	99.10	99.56	98.93	97.86	99.32	98.77	97.86	99.32
CO ₂ , NSM, WS	99.56	99.06	99.51	99.25	95.38	83.29	99.99	96.21	74.51
CO ₂	99.53	99.02	99.51	92.61	85.97	80.03	88.38	86.19	79.93

- [6] R. H. Dodier, G. P. Henze, D. K. Tiller, X. Guo, Building occupancy detection through sensor belief networks, Energy and buildings, 2006, 38(9):1033-1043.
- [14] T. Ekwevugbe, N. Brown, V. Pakka, Real-time building occupancy sensing for supporting demand driven HVAC

- operations, 13th International Conference for Enhanced Building Operations, Montreal, Quebec, 2013.
- [15] T. Ekwevugbe, N. Brown, V. Pakka, D. Fan, Real-time building occupancy sensing using neural-network based sensor network, 7th IEEE International Conference on Digital Ecosystems and Technologies (DEST), Menlo Park, California, 2013, pp. 114–119.
- [16] A. Beltran, V. L. Erickson, A. E. Cerpa, Thermosense: occupancy thermal based sensing for HVAC control, Proceedings of the 5th ACM Workshop on Embedded Systems For Energy-Efficient Buildings, ACM, Rome, Italy, 2013, pp. 11:11–11:18.
- [17] Z. Yang, N. Li, B. Becerik-Gerber, M. Orosz, A systematic approach to occupancy modeling in ambient sensor-rich buildings, *Simulation*, 2014, 90(8):960–977.
- [18] A. Y. Alanis, E. N. Sanchez, A. G. Loukianov, E. A. Hernandez, Discrete-time recurrent high order neural networks for nonlinear identification, *Journal of the Franklin Institute*, 2010, 347(7):1253-1265.
- [19] S. L. Ho, M. Xie, T. N. Goh, A comparative study of neural network and Box-Jenkins ARIMA modeling in time series prediction, *Computers & Industrial Engineering*, 2002, 42(2):371-375.
- [20] B. Kermanshahi, Recurrent neural network for forecasting next 10 years loads of nine Japanese utilities, *Neurocomputing*, 1998, 23:125-133.
- [21] Ö. F. Ertuğrul, Forecasting electricity load by a novel recurrent extreme learning machines approach, *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 2016, 78:429-435.
- [22] G. B. Huang, Q. Y. Zhu, C. K. Siew, Extreme learning machine: theory and applications, *Neurocomputing*, 2006, 70(1):489-501.
- [23] M. Lichman, UCI Machine Learning Repository [<http://archive.ics.uci.edu/ml>], Irvine, CA: University of California, School of Information and Computer Science, 2013.
- [24] Y. Kaya, Ö. F. Ertuğrul, R. Tekin, An Expert Spam Detection System Based on Extreme Learning Machine, *Computer Science and Applications*, 2014, 1(2):133-138.
- [25] Ö. F. Ertuğrul, Y. Kaya, A detailed analysis on extreme learning machine and novel approaches based on ELM, *American Journal of Computer Science and Engineering*, 2014, 1(5):43-50.
- [26] Ö. F. Ertuğrul, Ş. Altun, Developing Correlations by Extreme Learning Machine for Calculating Higher Heating Values of Waste Frying Oils from their Physical Properties, *Neural Computing and Applications*, DOI: 10.1007/s00521-016-2233-8.
- [27] H. Yang, J. Ni, Dynamic neural network modeling for nonlinear, nonstationary machine tool thermally induced error, *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 2005, 45(4):455-465.

An Experimental Study of Anti-Jamming SDR Based Electromagnetic Fence Application

Huseyin AKCELIK
Defense Sciences Institute
Turkish Military Academy
Ankara, Turkey
h034626@gmail.com

Cagdas TUNA, Safak SARAYDEMIR, Yilmaz DURNA
and Hasan KOCER
Department of Electronics Engineering
Turkish Military Academy
Ankara, Turkey

Abstract—The most familiar surveillance and perimeter protection systems used today count on person-centered tasks with conventional equipments such as fences, walls and cameras. However, conventional applications cannot always detect threats effectively. Moreover, fences using various sensors are inadequate for reaction time when an infiltration is occurred. In order to ensure sufficient reaction time to resist a threat, we propose an electromagnetic fence application based on software defined radio. The fence is formed with two broadband metamaterial antennas which provide to change frequency against interference and intended jamming. Experimental results showed that the proposed fence system can be used to detect an activity beyond the perimeter.

Index Terms—anti-jamming, broadband patch antenna, electromagnetic fence, metamaterial, software defined radio.

I. INTRODUCTION

The history of area/facility protection is on the basis of building fences. A fence is a structure serving as an inclosure, a barrier, or a boundary and is generally made of poles or piles joined together by boards, wire or bars [1]. These structures barely hinder a percentage of unauthorized accesses or set them back for a while.

There is a requirement for reliable surveillance security systems to detect and monitor activities around the fences

because of reasonably increasing threats and intrusions to secured areas such as military bases, airfields, national border lines and other critical facilities.

Conventionally, high built fences with barbed, razor wire or electrical currents therein are used to protect the boundaries of large areas. These kinds of deterrent fences can be useful at keeping back less determined persons such as children. However, determined persons such as adult intruders might walk away from these structures by using ordinary tools to simply make a passageway. For this reason, simple fences are fairly often sustained with sensors. With the development of technology, many different physical security devices and electronic surveillance systems are proposed to support the actual fences and detect activities along the borders of protected facilities. In the literature, there are wide variety of fiber [2, 3] sensors existing to place on a fence, as well as many various types of wireless [4, 5], infrared (IR) [6, 7], radar [8, 9], seismic and acoustic [10, 11] sensors to deploy along the fence boundary. On the other hand, some applications of virtual fencing [12, 13] are used for the idea of controlling animals and holding them in a specified area without having to erect conventional fences. And also, cameras are used to fulfill security systems based on different sensors. Sometimes, just using security cameras are not enough to monitor the borders having a substantial length.

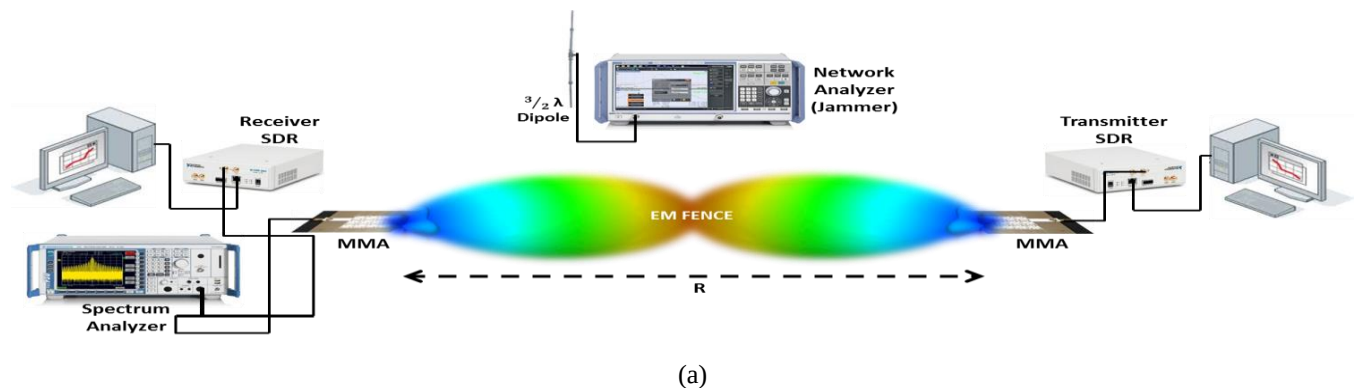


Fig. 1. (a) Measurement setup block diagram

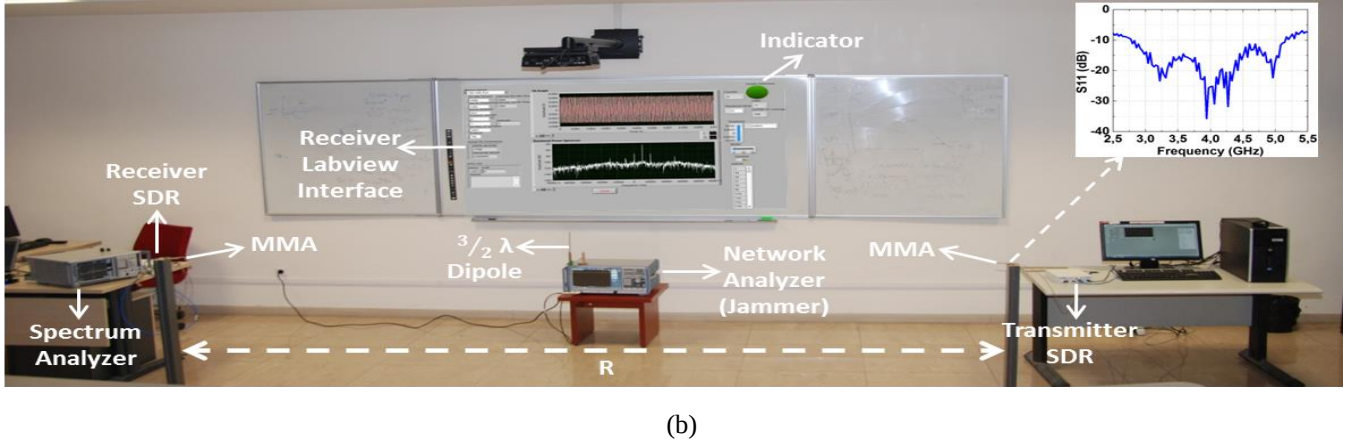


Fig. 1. (b) Measurement setup

Because of environmental factors, such as heavy rain, snow, fog and sandstorm, these contemporary systems may fail to detect intruders. Furthermore, a full-time operator monitoring the systems can be distracted and does not pinpoint the infiltration due to the tiredness.

With recent developments in RF technology, low-cost and mobile electromagnetic (EM) fence concepts are suggested in order to overcome some drawbacks of the security sensors [14]. But the antennas used for the EM fence are narrow bandwidth which does not meet the requirements of a reliable security fence. A surveillance and detection system utilizing the electromagnetic spectrum especially microwaves, should be robust against deliberately attempts like jamming. In this paper, we propose a virtual electromagnetic fence for detection of intrusions, based on software defined radio (SDR) with broadband metamaterial patch antennas [15] which enable to frequency hopping in an experimental setup.

II. EXPERIMENTAL SETUP

In the measurement setup, as shown in Fig. 1(a, b), a spectrum analyzer (Rohde&Schwarz FSP, 9 KHz - 7 GHz), a vector network analyzer (Rohde&Schwarz ZNB, 9 KHz - 8.5 GHz), a dipole antenna ($3/2 \lambda$), a transmitter and a receiver (Software Defined Radio (SDR), NI-USRP 2922, 400 MHz - 4.4 GHz), a transmitter and a receiver antenna (proposed wideband metamaterial antennas (MMAs), with a bandwidth from 2.89 to 5.31 GHz, $|S_{11}| < -10$ dB) are used. The receiver MMA is connected to the spectrum analyzer and receiver SDR with a T-BNC connector in order to measure the received power and amplitude of signal simultaneously. The transmitter MMA is connected to SDR directly. Therefore MMAs which are disposed horizontally with respect to the ground are placed at 1m in height and $R=3$ m away from each other. The SDRs are connected to a host computer via ethernet cable separately. In the host computer, we use LabVIEW software which provides an optimum way to

interface with NI USRP hardware for the development of communications algorithms that process and synthesize signals for transmission. In the experiment, a sinusoidal wave ($f(t)$) which has components of in-phase (I) and quadrature-phase (Q) is transmitted where $I(t) = r \cos \theta$, $Q(t) = r \sin \theta$. The magnitude of the vector r is equal to $\sqrt{I^2 + Q^2}$. The phase of the vector r is θ which is equal to $\tan^{-1}(I/Q)$. The transmitted signal wave form is $f(t) = I(t) \cos(\omega t) - Q(t) \sin(\omega t)$. The I and Q components are perpendicular to each other and hence do not interfere [16].

At the receiver LabVIEW interface, we can monitor the received signal in time-domain with amplitude (Volt) and at base-band frequency-domain with amplitude (dB). Moreover, a threshold detector which is related with the received signal amplitude and an indicator LED which changes green to red color based on the threshold are embedded.

In the proposed setup, the network analyzer is used as a jammer with an omnidirectional antenna. It is located between the transmitter and receiver SDRs. The transmitted powers of network analyzer and SDR are chosen 13 dBm and, 1 dBm, respectively under lab circumstances.

III. OPERATION OF THE ELECTROMAGNETIC FENCE

Before operating the EM fence, we measured the ambient noise level with the spectrum analyzer (SA) while the SDRs are turned off (i.e. EM fence is off), as shown in Fig. 2(a). In figures, frequency axes are selected between 2 – 5 GHz because the operating bandwidths of MMA and the SDR are overlapped in this range.

After getting noise level, the SDRs are switched on at 2.8 GHz, as shown in Fig. 2(b), and a virtual EM fence is formed. The received signal power (dBm), amplitude (Volt) are measured with spectrum analyzer and LabVIEW interface respectively. At the interface, the received signal amplitude value is examined and that value is entered as threshold level. The threshold level can vary depending on the transmitter power and the distance.

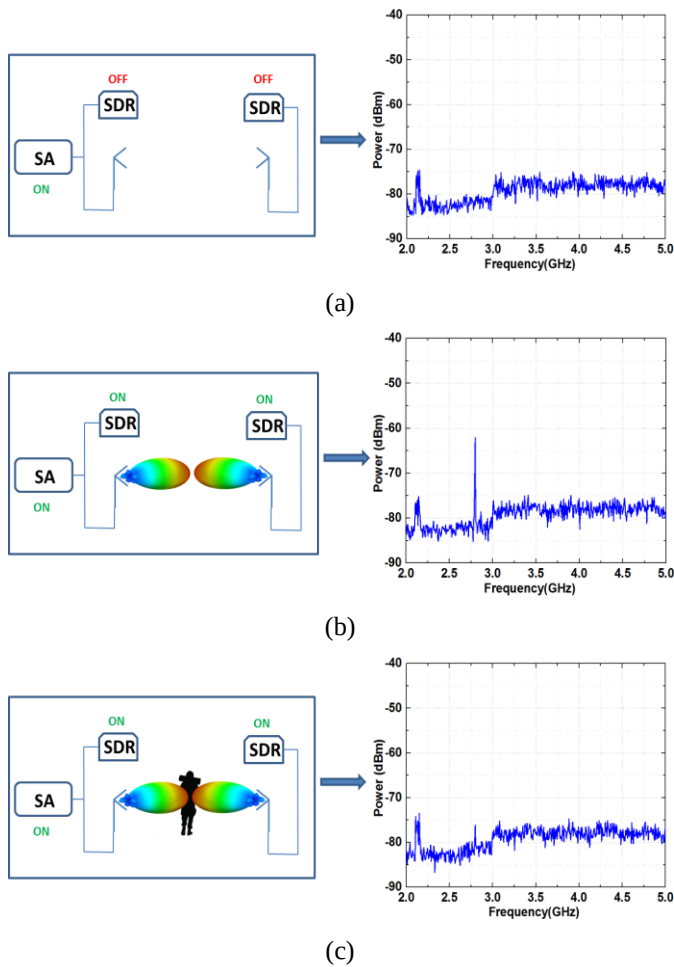


Fig. 2. (a) Measured ambient noise level with spectrum analyzer, (b) EM fence is operating at 2.8 GHz, (c) A target is passing through the EM fence at 2.8 GHz

When the signal amplitude is stable and the threshold is set, the indicator LED on the interface will show green color which means the EM fence is 'ON' and not disturbed from any activity. When a target passes through the EM fence, as shown in Fig. 2(c), the signal power falls remarkably at 2.8 GHz. At the same time, the amplitude of signal fluctuates and falls under the level of threshold. And the threshold triggers the indicator LED and it turns to red color which means an activity or a target is detected. The received signal begins to deteriorate when a target approaches close to the antenna's radiation pattern of the EM fence. But the maximum degradation occurs when the target is in the middle of the antennas. So the system is alarming when a passing takes place. Nevertheless, a small fluctuation on the signal which doesn't trigger the indicator LED pre-informs the presence of a person or an object near the fence. Thus, it is useful for an operator to follow the small signal changes on the screen in order to receive early warnings.

IV. JAMMING THE ELECTROMAGNETIC FENCE

The vector network analyzer (VNA) is used in order to jam the EM fence in the lab environment. To start with, the jammer's power is measured at 2.8 GHz which is the same as EM fence's working frequency, as depicted in Fig. 3(a). When the power and amplitude level of the jamming signal exceed the threshold, the EM fence is turned on and a target passes through the fence, as shown in Fig. 3(b). Because the jamming signal dominates the fence signal as zoomed in insert plot of the Fig. 3(b), the receiver cannot distinguish the fence signal changes based upon the target passing. The indicator LED still shows green color because the signal amplitude doesn't fall under the threshold level at the receiver part. So the system will not be alarmed during the jamming.

In order to overcome this situation, the transmit power level of the fence can be increased to suppress the jamming signal, but this method is limited with the transmitter capacity.

In this study, the antennas used to form the EM fence are broadband MMAs which allow frequency hopping when it's jammed instead of changing the transmitter power. It's possible to change and set any frequency between 2.8-5.3 GHz when the receiver is jammed. In addition, the radiation pattern direction of MMA doesn't change when the frequency is hopped. Therefore, the EM fence still works properly.

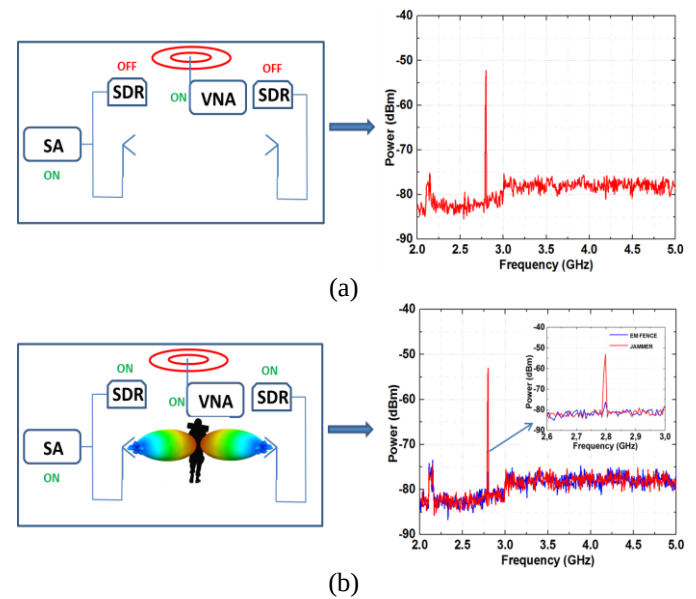


Fig. 3. (a) Jammer is working at 2.8 GHz, (b) System is jammed when a target crosses between antennas at 2.8 GHz.

In Fig. 4(a), the EM fence frequency is hopped to 3.2 GHz manually while the jammer works still at 2.8 GHz. Afterwards, a target passes through the EM fence and the received power level falls, as shown in Fig. 4(b). Due to the change of received

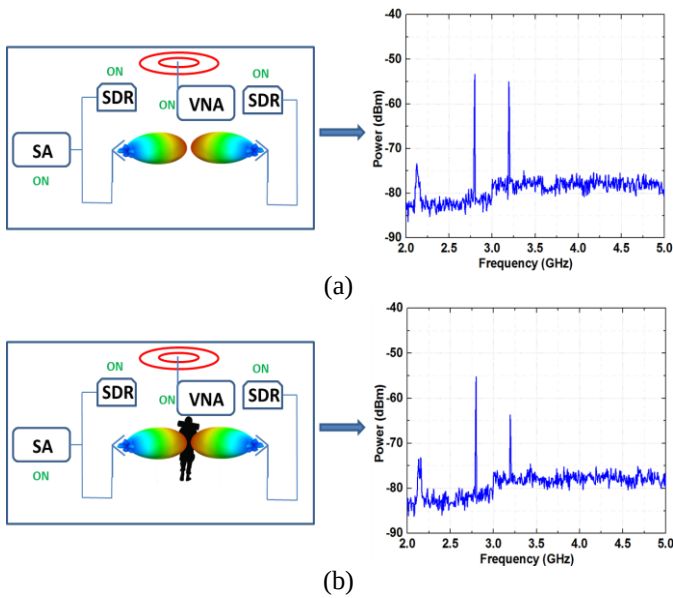


Fig. 4. (a) EM Fence frequency is hopped to 3.2 GHz while jammer frequency is still 2.8 GHz, (b) A target is detected at 3.2 GHz while the jammer is working at 2.8 GHz

power, the amplitude of signal drops below the threshold level and the indicator LED turns to the red color.

V. CONCLUSION

In this paper, we presented an electromagnetic fence application which detects activities based on the changes of received signal in an experimental setup. By the help of broadband metamaterial antennas, the system can hop frequency in the range of 2.8 - 5.3 GHz working bandwidth against to possible jamming attempt. Under these circumstances, the detection is achieved and the system works properly. The proposed application finds its use in a variety of security systems, like early warning support system as a part of a physical perimeter fence or virtual security fence in areas which are difficult to erect conventional fences physically and for temporary military bases.

ACKNOWLEDGMENT

Authors would like to thank Dr. O. M. Yucedag, 3rd AFMSC and Ankara University staff for their support to fabrication and measurement process of the antenna. Therefore, we are thankful to Y. Ipekoglu who lent assistance for experimental setup.

REFERENCES

- [1] The Free Dictionary, 2010. By Farlex Inc., USA. Available: <http://www.thefreedictionary.com/fence> (Accessed:24 March 2016).
- [2] J. C. Juarez, E. W. Maier, K. N. Choi and H. F. Taylor, "Distributed fiber-optic intrusion sensor system", *J. Lightw. Technol.*, vol.23, pp. 2081-2087, June 2005.

- [3] X. Li, Q. Sun, J. Wo, M. Zhang and D. Liu., "Hybrid TDM/WDM-based fiber-optic sensor network for perimeter intrusion detection", *J. Lightw. Technol.*, vol. 30, pp. 1113-1120, Apr. 2012.
- [4] V. Libby, "A wireless perimeter protection and intrusion detection system", in *Proc. Int. Carnahan Conf. on Security Technology (ICCST'10)*, pp. 364-368, 2010.
- [5] E. Onur, C. Ersoy, H. Delic and L. Akarun, "Surveillance wireless sensor networks: deployment quality analysis", *IEEE Network*, vol. 21, pp. 48-53, Nov. / Dec. 2007.
- [6] D. J. Russomanno, S. Chari, E. L. Jacobs and C. Halford, "Near-IR sparse detector sensor for intelligent electronic fence applications", *IEEE Sensors J.*, vol. 10, pp. 1106-1107, June 2010.
- [7] H. Makino and K. Hayashide, "Infrared security sensor", U.S. Patent 9046624 B2, June 2, 2015.
- [8] W. Butler, P. Poitevin and J. Bjornholt, "Benefits of wide area intrusion detection systems using FMCW radar", in *Proc. Int. Carnahan Conf. on Security Technology (ICCST'07)*, pp. 176-182, 2007.
- [9] A. O. Salman, D. Dibekci, S. P. Gavrilov and A. A. Verti, "The radiation properties of a novel wire antenna for the security fence radar", *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 56, pp. 2852-2864, Sept. 2008.
- [10] A. A. Dibazar et al., "Intelligent acoustic and vibration recognition/alert systems for security breaching detection, close proximity danger identification, and perimeter protection", in *Proc. Int. Conf. On Technologies for Homeland Security (HST'10)*, pp. 351-356, 2011.
- [11] A. Yousefi, A. A. Dibazar and T. W. Berger, "Aggregating seismic, acoustic and vibration sensor outputs for enhancing threat detection performance and estimating threat-level", in *Proc. Int. Conf. On Technologies for Homeland Security (HST'11)*, pp. 202-207, 2011.
- [12] M. O. Monod, P. Faure, L. Moiroux and P. Rameau, "A virtual fence for animals management in rangelands", in *Proc. 14th Mediterranean Electrotechnical Conf. (MELECON'08)*, pp. 337-342 2008.
- [13] C. Umstatter, "The evolution of virtual fences: a review", *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 75, pp. 10-22, 2011.
- [14] Y. Ipekoglu O. M. Yucedag, S. Saraydemir and H. Kocer, "Microstrip patch antenna array design for C-band electromagnetic fence applications", in *Proc. 9th International Conference on Electrical and Electronics Engineering (ELECO'15)*, pp. 355-358, 2015.
- [15] H. Akcelik, O. M. Yucedag, E. Torun and H. Koçer, "A metamaterial based broadband microstrip antenna", in *Proc. 9th International Conference on Electrical and Electronics Engineering (ELECO'15)*, pp. 954-957, 2015.
- [16] I/Q Data, 2013 [Online] Available: <http://www.ni.com/tutorial/1720/en/>.

Korku, Nötr ve Üzüntü Duygu Durumlarında Ön İşlemenin Akustik Parametreler ve Sınıflandırıcı Performansı Üzerindeki Etkileri

The Effects of Pre-Processing on Acoustic Parameters and Classifier Performance in Fear, Neutral and Sadness Moods

Turgut Özseven

Turhal Meslek Yüksekokulu
Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Tokat, Türkiye
turgutozseven@gmail.com

Muharrem Düğenci

Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği
Karabük Üniversitesi
Karabük, Türkiye
mdugenci@karabuk.edu.tr

Özet— Akustik parametreler ses sinyali üzerinde akustik analiz gerçekleştirilerek elde edilen sinyale ait çeşitli parametrelerdir. Sinyal üzerinde akustik parametrelerin hesaplanması öncesi sinyalin gürültüden temizlenmesi ve güçlendirilmesi için ön işleme aşaması uygulanmaktadır. Bu çalışmada üç farklı duygu durumunda pre-emphasis ve gürültü giderme ön işleme yöntemlerinin akustik parametreler üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Ayrıca ön işleme yöntemlerinin SVM, SMO ve Naive Bayes sınıflandırıcılar üzerindeki performansı incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre Naive Bayes sınıflandırıcı ve pre-emphasis filtreleme dışındaki tüm durumlarda sınıflandırma başarısı düşmüştür. Artış sadece Naive Bayes sınıflandırıcı ve pre-emphasis filtre gözlemlenmiştir. Gürültü giderme SVM başarısını %6.19, SMO başarısını %7.62 ve Naive Bayes başarısını %8.09 azaltmıştır. Pre-emphasis SVM başarısını %3.86 ve SMO başarısını %2.42 azaltırken Naive Bayes başarısını %4.68 artırmıştır.

Anahtar Kelimeler—Ön işleme, akustik analiz, duygu tanıma.

Abstract— Acoustic parameters are various parameters of the signal obtained by performing acoustic analysis on audio signal. The preprocessing phase is applied to noise reduction and signal strengthen before calculating the acoustic parameters on signal. In this study, the effects of pre-processing methods (pre-emphasis and noise reduction) on the acoustic parameters were investigated for three different emotions. In addition, the performance of SVM, SMO and Naive Bayes classifiers of pre-processing methods were examined. According to the results, the classifying success reduced in all the cases except for Naive Bayes classifier and pre-emphasis filtering. The only increase was observed in Naive Bayes classifier and pre-emphasis filtering. The noise reduction has decreased the classification performance (SVM: -6.90%, SMO: -7.62%, Naive Bayes: -8.09%). The pre-emphasis filtering increased success of Naive Bayes while decreases success of SVM and SMO (SVM: -3.86%, SMO: -2.42%, Naive Bayes: 4.68%).

Index Terms—Pre-processing, acoustic analysis, emotion recognition.

I. GİRİŞ

İnsan makine etkileşimi çalışmalarında önemli bir yere sahip olan duygu tanıma insanların yüz ifadelerinden veya konuşmalarından tespit edilebilmektedir. Duygu tespitinde konuşulan kelime veya konuşmacının sesinde gizli olan duygu durumu sinyal işleme yöntemlerinin konuşmalara uygulanması ile gerçekleştirilebilmektedir. Buradaki temel amaç konuşma üzerinden tanımlayıcı özelliklerin elde edilmesidir. Elde edilen özelliklerin bir grubu da akustik parametrelerdir.

Akustik parametreler ses bozukluklarının nesnel olarak değerlendirilmesi için kullanılan bir yöntemdir. Akustik analiz ile elde edilen akustik parametreler duygu tanıma çalışmalarında yoğun olarak kullanılmaktadır. Hangi duyguların hangi akustik parametreler üzerinde etkili olduğunun tespiti yaş ve cinsiyet dahil olmak üzere sesteki bireysel farklılıklardan dolayı zorluk oluşturmaktadır [1]. Duygu tanıma sistemlerinde çoğunlukla dalgacık katsayıları, temel frekans(F0), enerji, Mel-frequency cepstral coefficients (MFCC), formant frekansları, zero-crossing rate, jitter, shimmer ve harmonik gürültü oranı (HNR) akustik parametreleri kullanılmaktadır.

Yapılacak çalışmalarında doğru şekilde duygu ifade eden ve duygusal sınıflandırılması doğru yapılmış veri elde etme ciddi bir problemidir. Bu nedenle çalışmalarda geçerliliği kabul görmüş hazır veri setleri kullanılabildiği gibi araştırmacı tarafından toplanan veriler de kullanılabilmektedir. Sistemin tasarımında kullanılan veri kadar sesin ön işlenmesi de önemlidir. Bu amaçla ön işleme aşamasında örnekleme değerini düşürme, gürültü temizleme, DC-offset, pre-emphasis, çerçevelere bölme, filtreleme ve pencereleme yöntemleri kullanılmaktadır.

Ön işleme aşaması kullanan çeşitli çalışmalar incelendiğinde; pitch, enerji, konuşma oranı ve spektral özellikler kullanılarak duyguların sezgisel değerlendirilmesini içeren çalışmada ön işleme aşamasında ses sinyalleri 16 kHz

örnekleme oranı 16 bit çözünürlükte örneklenmiştir [2]. Wavelet ve MFCC tabanlı özellikler kullanılarak duygu tanımda vokal duyuların nötr ve sürpriz duygu durumlarından elde edilebilirliğinin araştırıldığı çalışmada ön işleme aşamasında sessiz bölümler ve DC bileşenler kaldırılmış, çerçeve boyutu 23.22 ms seçilerek çerçeveler %50 örtüşecek şekilde Hamming pencereleme kullanılmıştır[3]. Zero-crossing rate, pitch ve MFCC akustik parametreleri kullanılarak akıllı telefon uygulamaları için duygusal konuşma tanıma içeren çalışmada ön işleme aşamasında pre-emphasis, çerçeveleme ve hamming pencereleme kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre zaman-frekans parametreleri yalnızca kızgın ve mutlu için kullanılabilir olduğu tespit edilmiştir [4]. MFCC, pitch, HNR ve wavelet akustik parametreleri kullanılarak düşük seviyeli tanımlayıcılar aracılığıyla insan duygusal durumlarını tanıma üzerine yapılan çalışmada ön işleme aşamasında DC offset kaldırma ve hamming pencereleme kullanılmıştır [5]. Duygu tanıma için yeni bir akustik özellik dizisi önerilen çalışmada algısal analiz kullanılmıştır. Çalışmanın ön işleme aşamasında ses sinyalleri 43 ms çerçevelere %50 örtüşme ile bölünerek 16 kHz de örneklenmiş ve Hann pencereleme kullanılmıştır. Sunulan yeni özellik kümesi ile duygu tanıma oranı %7-11 arasında geliştirilmiştir [6]. Konuşmacıdan bağımsız duygu tanıma probleminin çözmek için enerji, zero-crossing rate, pitch, F1-F3 ve MFCC akustik özellikleri kullanılan çalışmanın ön işleme aşamasında pre-emphasis ve Hamming pencereleme kullanılmıştır. Hazırlanan çalışma Fisher ve PCA özellik indirgeme, SVM ve ANN sınıflandırıcı kombinasyonunu kullanarak değerlendirme yapmış ve Fisher özellik indirgeme yönteminin ve SVM sınıflandırıcının daha iyi sonuçlar elde ettiğini tespit etmiştir [7]. Hint dilinden duygu tanıma içeren çalışmada enerji, pitch, formant ve MFCC özellikleri kümeleri kullanılmıştır. Özellik vektörlerini elde etmek için discrete wavelet kullanılmıştır. Ön işleme aşamasında pre-emphasis, 20-40 ms genişliğinde çerçeve ve Hamming pencereleme kullanılmıştır [8]. Diğer bir çalışmada hem klinik hem de ev uygulamaları için uzun süreli ses kayıtlarından sesli ve sessiz bölümlerin tespiti için yeni, hızlı ve güvenilir bir yöntem sunulmuştur. Ses sinyallerinin ön işleme aşamasında bant geçiren filtre uygulanmış (Butterworth filter 50-1000Hz), örnekleme frekansı düşürülmüş (11.025 kHz) ve pencere boyutu 20ms olarak belirlenmiştir [9]. Yüz ifadesi ve konuşma kullanarak duyguyla ilgili bilgileri birleştirerek insan duygu algısı simüle edilen çalışmada pitch, enerji, formant ve MFCC özellik parametreleri kullanılmıştır. Ön işleme adımında sadece pencereleme kullanılmıştır. Deneysel sonuçlar hibrit özellik kümelerinin kullanımı duygusal tanıma oranını artırmaktadır [10].

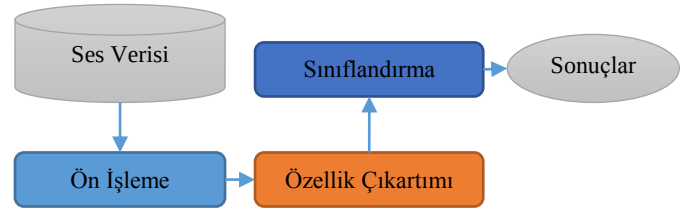
Bu çalışmanın amacı korku, nötr ve üzüntü duygu durumlarında elde edilmiş ses kayıtları üzerinde ön işleme aşamaları öncesi ve sonrası analizler gerçekleştirilerek akustik parametrelerin tespit edilmesi ve parametrelerdeki değişimlerin ön işleme aşamasına göre analiz edilmesidir. Ayrıca ön işleme yöntemlerinin Support Vector Machine (SVM), Sequential Minimal Optimization (SMO) ve Naive

Bayes sınıflandırıcılar üzerindeki performansının araştırılmasıdır.

Hazırlanan bu çalışma 4 bölümden oluşmaktadır. Bölüm 2 kullanılan veri setini, akustik parametreleri, ön işleme yöntemlerini ve kullanılan sınıflandırıcıları içermektedir. Bölüm 3'de ön işleme yöntemleri ve sınıflandırma sonrası elde edilen sonuçlar verilmiştir. Son bölümde de elde edilen deneysel sonuçların duygusal sınıflandırma üzerindeki etkileri tartışılmıştır.

II. MATERYAL VE METOD

Duygu tanıma süreci veri edinimi, ön işleme, özellik çıkartımı ve sınıflandırma süreçlerinden oluşmaktadır. Birçok çalışmada ön işleme süreci kullanılırken bazı çalışmalar ön işleme uygulanmaksızın özellik çıkartımı aşamasına geçmiştir. Duygusal konuşma tanıma çalışmalarının genel yapısı Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Duygu tanıma süreci akış diyagramı.

A. Kullanılan Veritabanı

Çalışmamızda Berlin Database of Emotional Speech(Emo-DB) veritabanı kullanılmıştır. Emo-DB veritabanı Technical University of Berlin, Institute of Speech and Communication, department of Communication Science tarafından geliştirilen proje kapsamında aktörler tarafından konuşulan yedi farklı duygusal ifadeden oluşan ses kayıtları içermektedir. Veritabanı 21-35 yaş aralığında 10 aktör tarafından 10 farklı cümle duygusal olarak ifade edilerek oluşturulmuştur. Ses kayıtları 16 kHz örnekleme frekansına sahip olup 16 bit mono'dur [11]. Çalışmada korku (69), nötr (79) ve üzüntü (62) içeren 210 adet ses kaydı kullanılmıştır.

B. Akustik Parametreler

Sesin sinyal işleme teknikleri ile işlenmesi ile sesi tanımlayıcı çeşitli özellikler elde edilebilmektedir. Elde edilen bu özellikler sesin sahibinin duygusal durumu, cinsiyeti ve yaşı gibi çeşitli tanımlayıcı bilgileri tespit etmek için kullanılabilir. Duygu tanıma çalışmalarında çoğunlukla kullanılan akustik parametreler; temel frekans, formant frekansları, jitter, shimmer, enerji, zero-crossing rate, konuşma oranı, ses kalitesi ve MFCC'dir. Bu parametrelerin istatistiksel varyasyonları (maksimum, minimum, ortalama, aralık, ortanca, standart sapma) kullanılarak özellik kümesi genişletilmektedir. Ayrıca sinyal işleme, gürültü giderme ve sinyal sıkıştırma özelliklerine sahip olan wavelet dönüşümü de çalışmalarında kullanılmakta olup wavelet katsayıları özellik kümesine dahil edilmektedir. Çalışmamızda temel frekans,

formant frekansları, jitter, shimmer, enerji, konuşma oranı ve MFCC özellik kümeleri kullanılmıştır.

Temel frekans (F0), sesteki vokal kıvrımların titreşim hızını yansıtır ve bireyin ses perdesini belirler [1]. Sesin kalınlık ve inceliğini bildirir. Bu değer ergenlik öncesi kız ve erkeklerde 220-240 Hz civarında iken yetişkin erkekler ve kadınlarda sırası ile ortalama 100-150 Hz ve 150-250 Hz arasındadır [12]. Formant ses yolundaki rezonanstır. Teorikte sonsuz sayıda formant vardır ama pratikte yalnızca ilk 3 veya 4 formant önemli bilgiler içerir. Formantlar F1, F2 ve F3 gibi formant sayısı ile tanımlanır [13]. Jitter, periyotlar arası değişikliği gösteren parametredir. Temel frekanstaki istem dışı ortaya çıkan düzensizlikleri içerir [12]. Shimmer, genlik pikleri arasındaki periyodik varyasyona ise shimmer adı verilir [12]. Enerji, ses sinyalindeki genlik değişimi sonucu oluşan enerjiyi gösterir [1]. Konuşma oranı, konuşmada dakikadaki kelime sayısı olarak tanımlanır ve sağlıklı yetişkinlerde yaklaşık 180'dir. Konuşma oranı frekans ve bekleme süresinden etkilenir [1]. MFCC frekans bantlarına göre sinyalin daha iyi temsil edilmesini sağlayan ve insan işitme sistemini modelleyen özellik kümesidir [14].

Çalışmada kullanılan akustik parametrelerin elde edilmesi için Praat [15] kullanılmıştır.

C. Ön İşleme

Ön işleme konuşma sinyalleri örneklerinden özellik çıkartımı öncesi sinyalin zaman örnekleri üzerinde yapılması gereken işlemlerdir. Örneğin kayıt ortamı farklılıkları nedeniyle kayıttaki tüm ifadeler için enerji normalizasyonu yapılmalıdır [16]. Çerçeveleme ve pencereleme ön işleme yöntemleri tüm konuşma işleme çalışmalarında kullanılmaktadır. Bu aşamada ihtiyaca göre kullanılabilecek çeşitli yöntemler mevcut olup çalışma kapsamında gürültü giderme, pre-emphasis, çerçeveleme ve pencereleme yöntemleri kullanılmıştır.

Konuşmanın içerdiği ses sinyalleri küçük zaman aralıklarında kararlı kaldığı için sinyal bir bütün olarak işlenmeyip belirli aralıklarla kesitler alınarak işlenmektedir. Bu işleme çerçeveleme adı verilmektedir. Çerçeveleme yapılırken pencere boyutunun yanı sıra örtüşme oranı da belirlenmektedir. Örtüşme oranı bir çerçeveden diğerine geçişi yumuşatmak ve bilgi kaybını önlemek amacıyla kullanılmaktadır. Rabiner and Schafer [17]'a göre çerçeve boyutu 10-20ms seçilmesi uygundur. Bu çalışmada çerçeve boyutu 25ms ve örtüşme oranı %50 kullanılmıştır. Pencereleme sinyaldeki spektral sızımayı önlemek amacıyla kullanılmaktadır [18]. Sinyalin çerçevelenmesi sonrası her çerçeve pencerelenerek çerçevinin başındaki ve sonundaki süresizlikler kaldırılmış olur [4]. Çeşitli pencereleme fonksiyonları mevcut olup çalışmada Hamming pencereleme kullanılmıştır.

Gürültü iletişim, ölçme ve sinyal işleme gibi uygulamalarda sinyalde bozulmalara neden olan istenmeyen sinyaller olarak tanımlanmaktadır [19]. Gürültü konuşma analizi içeren sistemlerde sistemin performansını düşürmektedir.

Son 20 yılda gürültü azaltmak için çeşitli filtreleme yöntemleri önerilmiştir. Gürültü giderme yöntemi gürültüyü tamamen kaldırmak için ana sinyalin yapısında değişikliğe neden olmamalıdır. Bu nedenle, birçok yöntem 10-20 dB aralığında gürültünün bastırılmasını sağlar [20]. Literatürde çok sayıda gürültü giderme yöntemi bulunmaktadır. Çalışmada dalgacık dönüşümü ile gürültü temizleme yapılmış olup MATLAB Wavelet Toolbox kullanılmıştır.

Konuşma sinyali temel frekans ve harmoniklerden oluşur. Temel frekansın gürültüden daha güçlü olduğu için gürültüden çok fazla etkilenmez ama harmonikler düşük genlik değeri ile zayıf oldukları için gürültü harmonikleri ciddi şekilde etkilemektedir. Bu durum SNR değerinin düşmesine neden olur. Bu sorunun üstesinden gelmek için yüksek frekanslı fakat düşük genlikli harmoniklerin güçlendirilmesi ile SNR değeri yükseltilir ve bu işleme pre-emphasis adı verilir. Pre-emphasis ile SNR oranı yükseltilmiştir ancak harmonikler güçlendirildiği için sesin karakteristiği değişmiş olur. Sesi eski haline döndürmek için harmonikler de-emphasis işlemi ile zayıflatılır ve bu zayıflatma sinyal üzerindeki gürültüyü zayıflatacaktır. Konuşma analizi ve duygu kestirimi gibi çalışmalarda vurgu önemli olduğu için pre-emphasis yapılır ama de-emphasis yapılmaz. Pre-emphasis işleminin transfer fonksiyonu aşağıda verilmiştir [21];

$$H(z) = (1 - 0.9375^{-1})$$

Pre-Emphasis filtre avantajları [22];

- Konuşma sinyalinin sesli bölümleri negatif spektral eğime sahiptir. Pre-emphasis filtre spektral analiz öncesi bu eğimi dengeleyerek analiz verimliliğini artırır [17].

İşitme spektrumun 1kHz bölgesinin üstünde daha hassastır. Pre-emphasis filtre spektrumun bu alanını güçlendirir. Konuşma spektrumunun algısal önemli özelliklerini modellemede spektral analiz algoritmasına yardımcı olur [23].

D. Duygusal Sınıflandırma

Çalışmada sınıflandırıcı olarak SVM, SMO ve Naive Bayes sınıflandırıcılar ve sınıflandırma için de WEKA [24] paket programı kullanılmıştır. SVM istatistiksel öğrenme teorisine dayalı bir yöntemdir. Temel amaç sınıfları birbirinden en iyi şekilde ayıran karar fonksiyonun başka bir ifadeyle hiperdüzlemin tanımlanması esasına dayanır. SMO, SVM algoritmasını kullanarak eğitim sırasında ortaya çıkan optimizasyon problemlerini çözümüne olanak sağlar. Navie Bayes sınıflandırıcı farklı örnek sınıflar verildiğinde birbirinden bağımsız özellikleri olduğu varsayımına dayanır. Basit ama önemli bir olasılık modelidir.

III. DENEYSEL ÇALIŞMA

Ön işleme öncesi ve sonrası 3 duygu durumu üzerinde sınıflandırma başarısı Tablo 1'de verilmiştir.

TABLE I. 3 DUYGU DURUMUNA GÖRE ÖN İŞLEM ÖNCESİ VE SONRASI SINIFLANDIRMA BAŞARISI

Orijinal (%)			Pre-emphasis (%)			Gürültü Giderme (%)		
SVM	SMO	NB	SVM	SMO	NB	SVM	SMO	NB
93.33	93.33	78.57	91.87 ↓	90.43 ↓	82.25 ↑	88.10 ↓	86.19 ↓	70.00 ↓

Elde edilen sonuçlara göre her iki ön işleme yöntemi de genel olarak sınıflandırma başarısını düşürmüştür. Artış sadece Naive Bayes sınıflandırıcı ve pre-emphasis filtre de gözlemlenmiştir. Gürültü giderme SVM başarısını %5.23, SMO başarısını %7.14 ve Naive Bayes başarısını %8.57 azaltmıştır. Pre-emphasis SVM başarısını %1.46 ve SMO başarısını %2.9 azaltırken Naive Bayes başarısını %3.68 artırmıştır.

Ön işleme yöntemlerinin akustik parametreler göre değişimi Tablo 2'de verilmiştir.

TABLE II. AKUSTİK PARAMETRELERDEKİ DEĞİŞİM

Ön İşleme	F0	F1	F2	F3	Jitter
Orijinal	180.78	547.80	993.82	1316.97	0.97
Pre-emphasis	158.37	698.88	1056.73	1362.48	0.55
Gürültü Gid.	196.29	490.18	929.57	1273.33	0.92
Ön İşleme	Shimmer	Kon.Or.	Enerji	MFCC	
Orijinal	8.16	24.04	55.26	17.89	
Pre-emphasis	9.29	36.43	52.12	-7.35	
Gürültü Gid.	8.37	24.45	56.50	14.91	

Sonuçlar akustik parametrelere göre incelendiğinde temel frekansın değeri gürültü gidermede %8.3 artarken pre-emphasis filtrede %12.2 azalmıştır. Formant frekanslarının değeri gürültü gidermede %5.8 azalırken pre-emphasis filtrede %9 artmıştır. Jitter değeri gürültü gidermede %5.2 ve pre-emphasis filtrede %42.7 azalmıştır. Shimmer değeri gürültü gidermede %2.45 ve pre-emphasis filtrede %14.1 artmıştır. Konuşma oranı gürültü gidermede %1.7 ve pre-emphasis filtrede %51.5 artmıştır. Enerji değeri gürültü gidermede %2.2 artmış ve pre-emphasis filtrede %5.7 azalmıştır. MFCC değeri gürültü gidermede %16.8 ve pre-emphasis filtrede %141 azalmıştır.

IV. SONUÇLAR

Konuşmadan duygu tanıma kişilerin konuşmalarından duygu durumlarının seslerine yansımaları ve içinde bulunan duygunun tespit edilmesini amaçlamaktadır. Bu işlemi gerçekleştirebilmek için konuşma örneklerinden çeşitli özelliklerin çıkartılması ve bunlardan kullanışlı olanların sisteme dahil edilmesi gerekmektedir.

Sunulan çalışmada EMO-DB'den korku, nötr ve üzüntü duygu durumlarını içeren 210 ses kaydı üzerinde ön işleme gerçekleştirilerek sınıflandırma ve akustik parametrelerdeki değişimler incelenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre en yüksek başarı SVM sınıflandırıcıda elde edilmiş olup bunu sırasıyla SMO ve Naive Bayes sınıflandırıcı takip etmiştir.

Gürültü giderme sinyal kalitesini artırmakta fakat konuşmadaki ses yapısını değiştirdiği için duygu tanıma başarısını önemli oranda düşürmektedir. Ayrıca parametreler üzerindeki etkisi incelendiğinde parametrelerin değişim oranı sınıflandırma başarısına da yansımaktadır.

Pre-emphasis filtreler sinyaldeki harmonikleri güçlendirmekte ve doğal olarak da konuşmadaki vurguyu değiştirmektedir. Bu nedenle sınıflandırma başarısında düşüşe ve parametreler üzerinde önemli derecede değişime neden olmaktadır.

REFERENCES

- [1] B. Zupan, D. Neumann, D. R. Babbage, and B. Willer, "The importance of vocal affect to bimodal processing of emotion: implications for individuals with traumatic brain injury," *J. Commun. Disord.*, vol. 42, no. 1, pp. 1–17, 2009.
- [2] M. Grimm, K. Kroschel, E. Mower, and S. Narayanan, "Primitives-based evaluation and estimation of emotions in speech," *Speech Commun.*, vol. 49, no. 10–11, pp. 787–800, Oct. 2007.
- [3] A. B. Kandali, A. Routray, and T. K. Basu, "Vocal emotion recognition in five native languages of Assam using new wavelet features," *Int. J. Speech Technol.*, vol. 12, no. 1, pp. 1–13, Mar. 2009.
- [4] W. Tarng, Y.-Y. Chen, C.-L. Li, K.-R. Hsie, and M. Chen, "Applications of support vector machines on smart phone systems for emotional speech recognition," *World Acad. Sci. Eng. Technol.*, vol. 72, pp. 106–113, 2010.
- [5] S. Ntalampiras and N. Fakotakis, "Modeling the Temporal Evolution of Acoustic Parameters for Speech Emotion Recognition," *IEEE Trans. Affect. Comput.*, vol. 3, no. 1, pp. 116–125, Jan. 2012.
- [6] M. C. Sezgin, B. Gunsel, and G. K. Kurt, "Perceptual audio features for emotion detection," *EURASIP J. Audio Speech Music Process.*, vol. 2012, no. 1, pp. 1–21, 2012.
- [7] L. Chen, X. Mao, Y. Xue, and L. L. Cheng, "Speech emotion recognition: Features and classification models," *Digit. Signal Process.*, vol. 22, no. 6, pp. 1154–1160, Dec. 2012.
- [8] D. D. Joshi and M. B. Zalte, *Recognition of Emotion from Marathi Speech Using MFCC and DWT Algorithms*. IJACECT, 2013.
- [9] S. Orlandi, P. H. Dejonckere, J. Schoentgen, J. Lebacqz, N. Rruqja, and C. Manfredi, "Effective pre-processing of long term noisy audio recordings: An aid to clinical monitoring," *Biomed. Signal Process. Control*, vol. 8, no. 6, pp. 799–810, 2013.
- [10] M. Bejani, D. Gharavian, and N. M. Charkari, "Audiovisual emotion recognition using ANOVA feature selection method and multi-classifier neural networks," *Neural Comput. Appl.*, vol. 24, no. 2, pp. 399–412, Feb. 2014.
- [11] F. Burkhardt, A. Paeschke, M. Rolfes, W. F. Sendlmeier, and B. Weiss, "A database of German emotional speech," in *Interspeech*, 2005, vol. 5, pp. 1517–1520.

- [12] T. Özseven and M. Düğenci, "The Effects of Noise on Acoustic Parameters," presented at the 3rd International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science, Valencia, Spain, 2015.
- [13] N. Rezaei and A. Salehi, "An Introduction to Speech Sciences (Acoustic Analysis of Speech)," *Iran. Rehabil. J.*, vol. 4, no. 4, pp. 5–14, 2006.
- [14] D. Ververidis and C. Kotropoulos, "Emotional speech recognition: Resources, features, and methods," *Speech Commun.*, vol. 48, no. 9, pp. 1162–1181, Sep. 2006.
- [15] P. Boersma and D. Weenink, *Praat: doing phonetics by computer [Computer program], Version 5.1.44*. 2010.
- [16] M. El Ayadi, M. S. Kamel, and F. Karray, "Survey on speech emotion recognition: Features, classification schemes, and databases," *Pattern Recognit.*, vol. 44, no. 3, pp. 572–587, Mar. 2011.
- [17] L. R. Rabiner and R. W. Schafer, *Digital processing of speech signals*. Prentice Hall, 1978.
- [18] S. Ertürk, *Sayısal İşaret İşleme*, Birsen Yayınevi. İstanbul, 2002.
- [19] S. V. Vaseghi, *Advanced digital signal processing and noise reduction*. John Wiley & Sons, 2008.
- [20] T. Virtanen, R. Singh, and B. Raj, *Techniques for noise robustness in automatic speech recognition*. John Wiley & Sons, 2012.
- [21] I. McLoughlin, *Applied speech and audio processing: with Matlab examples*. Cambridge University Press, 2009.
- [22] M. P. Kesarkar, "Feature extraction for speech recognition," in *M. Tech. Credit Seminar Report, Electronic Systems Group, EE. Dept, IIT Bombay*, 2003, pp. 1–11.
- [23] J. W. Picone, "Signal modeling techniques in speech recognition," *Proc. IEEE*, vol. 81, no. 9, pp. 1215–1247, 1993.
- [24] M. Hall, E. Frank, G. Holmes, B. Pfahringer, P. Reutemann, and I. H. Witten, "The WEKA data mining software: an update," *ACM SIGKDD Explor. Newsl.*, vol. 11, no. 1, pp. 10–18, 2009.

Ülkeler Arasındaki Birliktelik Hesabı

İhsan TUĞAL

Bilgi İşlem Daire Başkanlığı
Muş Alparslan Üniversitesi
Muş, Türkiye
i.tugal@alparslan.edu.tr

Ali KARCI

Bilgisayar Mühendisliği
İnönü Üniversitesi
Malatya, Türkiye
ali.karci@inonu.edu.tr

Özetçe— Ülkelerin sosyal ve coğrafi yapısına bakarak belirli yöntemlerle davranışları, duruşları, bağlantıları gözden geçirilebilir. Yapılan çalışmada sosyal ağ analizi yöntemleri kullanılarak bazı ülkeler için din, etnisite, sınır ve iklim bilgilerine göre ülkelerin birliktelik haritası çıkarıldı. Türkiye'nin bu parametrelere göre hangi ülkelere daha yakın olduğu tespit edildi.

Anahtar Kelimeler—Sosyal ağ analizi, ülke birliktelikleri, Türkiye, benzerlik bulma, çizge.

Abstract— When we look social and geographical structure of countries; their behavior, posture, links can be reviewed. In this study we use religion, ethnicity, border neighborhood and climate information of countries with social network analysis methods to show unity map of countries. According to these parameters Turkey has been determined to be closer to specific countries.

Index Terms—Social network analysis, country associations, Turkey, discover similarity, graph.

I. GİRİŞ

Bilgiyi elinde tutanların dünyaya hükmettiği, güçlü olduğu bir zaman yaşıyoruz. Her türlü bilgi önemlidir. Bu anlamda verilerin bilgiye dönüştürülmesi ve karar için kullanılabilmesi değer ifade eder. Bilgi sistemlerinin artması ve yaşam alanlarında kullanılmaya başlanması ile beraber, her türlü veriyi sayısal olarak bulabilme imkânı ortaya çıktı. Bu tür veriler kullanıldığında hayatı kolaylaştıracak, işe yarar çok değerli bilgiler elde edilebilir.

Bu verilerin bir kısmı ilişkisel yapılardır. Bu ilişkiler sosyal ağ olarak düşünülürse, analizi çeşitli yöntemlerle yapılabilir. Sosyal ağlar, insanların, varlıkların davranışlarına, ilişkilerine ait oldukça fazla bilgi içermektedir. Bu davranışların, etkileşimlerin analiz edilmesiyle çeşitli bilgiler elde edilebilir. Bu ağların analizi ile birçok yararlı bilgi ortaya çıkarılabilir.

II. SOSYAL AĞ ANALİZİ

Sosyal ağların önemi dünyanın küçüklüğü ile ilgili bir olgudur. 1970'li yıllara kadar dünyanın çok büyük olduğu ve insanların birbirini tanımadığı düşüncesi vardı. Posta deneyi ile Sosyolog Stanley Milgram bu düşüncüyü değiştirdi.

Nebraska'dan rastgele seçtiği yaklaşık 300 kişiye mektuplar yolladı. Bu kişilerden gönderilen mektubu Boston'daki ismini, yerleşimini, mesleğini belirttiği kişiye sadece kişisel bağlantılarını kullanarak iletmesini istedi. Bu 300 kişi mektubu ileteceği kişiyi tanımasa da, aile bireyleri, iş arkadaşları, okul arkadaşları veya onu tanıma ihtimali olan kişiler aracılığı ile mektubu adrese ulaştırmaya çalıştılar. Bu çalışmada hedefe 60 kişinin ulaştığı görüldü. Bunlarda ortalama 6 kişi üzerinden hedefe ulaştığı için, sonuç daha sonraları Altı Derece Uzak olarak literatüre girdi [1]. 2003'te Columbia Üniversitesi'nden araştırmacılar bu deneyi e-posta ile 60 bin kişi üzerinden denediler. Ortalama 5-6 adımda e-postaların hedefe ulaştığı gösterilerek Altı Derece Uzak'ın doğruluğu bir daha kanıtlandı [2] [3].

Sosyal ağlar insanlar tarafından birçok alanda yoğun olarak kullanılmaktadır. Sosyal ağların bu kadar sıklıkla kullanılması bu yapıların çok farklı alanlarda bilgi kümeleri oluşturmaya neden oldu. Bunların analiz edilmesi, incelenmesi birçok yeni bilginin ortaya çıkarılmasını sağladı.

Sosyal ağ analizi en basit tanımıyla sosyal yapıları inceleyip, ağdaki aktörlerin ilişkilerinden çıkarsamalar yapılmasıdır. Aktörlerin kendi özelliklerinden ziyade ilişkide olduğu aktörler üzerinden tanımlama ve yorumlamalar yapılır. Bu tanımlardan bazıları;

Farklı sosyal ilişkileri inceleyen ve bu ilişkiler üzerinden bilgi bağlantılarını tanımlayıp, yorumlayan yapıya sosyal ağ analizi denir [4].

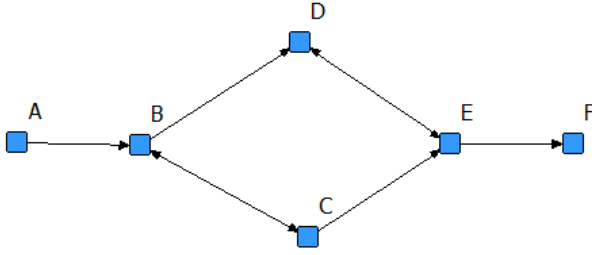
İnsanlar veya diğer varlıklar arasındaki etkileşimi ve bu etkileşimin etkilerini gösteren yapı sosyal ağ olarak tanımlanmaktadır. Buna göre sosyal ağ analizi düğümler ve düğümlerin ilişkilerinden meydana gelen bağlantı kümelerindeki sosyal yapıyı bir ağ görerek etkilerini inceler. [5].

Sosyal ağ analizi, ağ yapısının içinde oluşan ilişkilerle ilgilenmektedir. İlişkisel veri, düğümler ve düğüm bileşenleri arasındaki ilişkiyi ve ilişkinin değerlerini belirtmektedir. Bu ilişkiler üzerinden çeşitli analiz ve ölçüm yöntemleri kullanılarak veriler analiz edilir ve anlamlı bilgiler elde edilir [6].

Sosyal ağ, aktör ya da oyuncu olarak isimlendirilmiş bileşenlerin düğüm olarak tanımlandığı matematiksel çizge yapısıdır[7][8].

III. SOSYAL AĞ YAPISI

Web 2.0'nin geliştirilmesi etkileşimli web sayfalarının ortaya çıkmasını sağladı. Bu etkileşim sosyal ağ kavramını ortaya çıkardı. Büyümesini web 2.0 ile ilişkilendirdiğimiz sosyal ağlar aslında insanlığın doğuşundan bu yana kullanılmaktadır. Örneğin, Floransa aileleri arasındaki evlilik ve iş ilişkisi [9], elektronik posta ile haberleşen kişilerin oluşturduğu bir yapı veya anlık mesajlaşma uygulamaları da aslında birer sosyal ağıdır. Çünkü çizge veri yapısına uygundur.



DÜĞÜMLER(V)={A,B,C,D,E,F}

KENARLAR(E)={(A,B), (B,C), (C,E), (D,E), (D,B), (E,F)}

		Sütunlar					
		A	B	C	D	E	F
Satırlar	A	0	1	0	0	0	0
	B	0	0	1	1	0	0
	C	0	1	0	0	1	0
	D	0	0	0	0	1	0
	E	0	0	0	1	0	1
	F	0	0	0	0	0	0

Şekil 1. Düğümler ve komşuluk matrisi

Sosyal ağların matematiksel olarak gösterimi farklı tanım ve modellerle şeklinde olabilmektedir. Bu gösterimlerden biri bu çalışmada da kullanılan çizge teoremidir. Şekil 1'deki bireylerin veya varlıkların birer düğüm ve ilişkilerin birer kenar olarak kabul edildiği gösterimdir.

Komşuluk matrisi, satır (i) ve sütun (j) değerlerinin bir düğümü ifade ettiği ve (ij) ile belirtilen hücrenin i ile j arasındaki bağlantıyı gösterdiği matrise denir. Belirtilen ağda n tane düğüm varsa, komşuluk matrisi $n * n$ boyutlu kare bir matris olur.

IV. BENZERLİK BULMA

Düğümün yani aktörlerin bazı özellikleri kullanarak ilişki üzerinden düğümler arasındaki benzerlik oranları ölçülebilir. Basitliğine rağmen, ağ yapılarının büyüklüğü veya değişkenliği hesaplama maliyeti ve zorluk derecesini arttırmaktadır. Düğümlerin benzerliğinin neye göre tanımlanacağı konusu çok basit olabileceği gibi çok karmaşıktır. Kullanılan yöntem bazı ağlarda iyi sonuç verebileceği gibi bazılarında ise sonuç alınamaz. Bu yüzden analiz yapılırken ağ yapısına göre

yöntem geliştirilmelidir. Bazen düğümlerin nitelikleri görülemeyebilir. Böyle durumlarda yapısal benzerlik dediğimiz ağ yapısı ile ilgili benzerlik indekslerine odaklanılmalıdır. Yapısal benzerlik indeksleri çeşitli yollarla sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmalar yerel-global, parametre bağımlı-parametre bağımsız, düğüm bağımlı-yol bağımlı indekslerdir. Benzerlik indeksleri yapısal eşitlik ve düzenli eşitlik olarak sınıflandırılabilir. Bu konuda yapılan iki benzerlik varsayımı vardır. Birincisi bağlantının iki uç arasında olması bu iki ucun benzer olduğunu gösterir, ikincisi komşuları benzer olanlar arasında benzerlik olacağı varsayımıdır[10].

Yapılan çalışmada ortak komşuları fazla olanların benzer olacağı varsayımı ile x ve y düğüm çiftleri arasındaki ortak komşu ilişkilerine göre hesaplama yapılarak $Skor_{xy}$ atandı. Bu değer x ve y arasındaki benzerliği ölçer. Bu skorlara göre bağlantılar sıralanarak en yüksek skorlara sahip düğümler arasında benzerliğin daha fazla olacağı söylendi.

$\Gamma(x)$, x 'in komşularının kümesi ve $\Gamma(y)$, y 'nin komşularının kümesi olsun. İki düğüm arasındaki ortak komşular hesaplaması şu şekilde yapılabilir.

$$Skor_{xy} = |\Gamma(x) \cap \Gamma(y)| \quad (1)$$

Bu özellik kullanılarak, ortak komşu sayısını hesaplayıp muhtemel benzerlikleri ortaya çıkaracak farklı çalışmalar yapılabilir[11].

Ortak komşular hesaplanırken birçok farklı faktörde hesaplama dâhil edilebilir. İlişkinin olup olmadığına bakarak benzerlik için kullanılan farklı parametreler için farklı ağırlık katsayıları eklenebilir. Ortak komşu sayısı gibi farklı komşu sayısı da skor değerini düşürmek için kullanılabilir.

Yapılan çalışmada ortak komşu kullanan lokal benzerlik indeksleme yöntemlerinden farklı olarak yeni bir yaklaşım elde edilmeye çalışıldı. Ortak komşu hesaplanmasına ek olarak $\omega(x,y)$ ile x ve y düğümleri arasında bir ilişki olup olmadığına bakılarak, ilişkide olan düğümlere kullanılan parametrenin önemine göre α ağırlık katsayısı kullanılarak artı skor değerleri eklendi. Yapılan uygulama da $\omega(x,y)$ 'e 0,3 değeri verildi. Bu değer her bir parametre için farklı seçilebilir. İki düğüm arasındaki komşu kümesi farkları değeri ne kadar düşük ise bu düğümlerin benzer olma ihtimali değerleri daha yüksek olur gerçeğinden yola çıkılarak düğümlerin komşuluk farkları hesaplanıp paydaya eklendi. Farkların 0 çıkma ihtimali göz önüne alınarak paydaya 1 değeri eklendi.

Buna göre aşağıdaki formül oluşturuldu ve benzerlik hesaplamaları bu formüle göre yapıldı.

$$Skor_{xy} = \frac{(\Gamma(x) \cap \Gamma(y) + \alpha \omega(x,y))}{(1 + (\Gamma(x) \setminus \Gamma(y)) + ((\Gamma(y) \setminus \Gamma(x)))} \quad (2)$$

Bütün parametrelerin etkisini görebilmek için her bir parametre için elde edilen skor değerleri toplanıp parametre sayısına bölündü.

$$Skor_{xy} = \frac{Skor_{xy(din)} + Skor_{xy(etnik)} + Skor_{xy(sınır)} + Skor_{xy(iklim)}}{Parametre Sayısı} \quad (3)$$

V. ÜLKELER ARASINDAKİ BİRLİKTELİK HESABI

Dünyadaki ülkelerin birbirleriyle işbirliği içinde olduğunu, bu birlikteliklerin geliştirilip birçok konuda ortak kararların hayata geçirildiği görülmektedir. Avrupa Birliği, Türk Konseyi, Arap Birliği, NATO ve benzeri birçok oluşum günümüzde faaliyetlerini sürdürmektedir. Bu oluşumların hayata geçmesini sağlayan birçok etken vardır. Ortak coğrafya, etnisite, din, dil gibi etkenlerin bu birliktelikleri oluşturduğu görülebilmektedir.

Yapılan çalışmada bu etkenlerden bazıları kullanılarak bazı ülkelerin birliktelik oluşturma ihtimalleri ve çeşitli parametrelere göre benzerlikleri hesaplandı.

A. Parametreler

İnsanların beraberliklerine bakıldığında akrabalık, hemşerilik, ortak geçmiş, ortak siyasi fikirler gibi sebepler olduğu görülmektedir. Aynı durum ülkelerin ilişkilerine de etki etmektedir. Yapılan çalışmada bu etkenlerden birkaçı kullanılarak hesaplamalar yapıldı. Bu etkenler uygulamada azaltılıp, çoğaltılabilir.

- **Din:** Günümüzde ülke birliklerinin oluşumuna baktığımızda din konusunun hatta mezheplerin bile çok etkili olduğu görülebilmektedir.
- **Etnik Bağ:** Etnik yapı ve dil birlikteliği milliyetçi duygulardan dolayı ülkeler arasındaki ilişkileri en çok etkileyen faktörlerden biridir.
- **Sınır:** Birbirine komşu olan, aynı coğrafi alanda olan ülkeler zorunlu bir birlikteliğe sahiptir. Çünkü ülkedeki değişimler, ekonomik gelişmeler komşu ülkeleri ister istemez daha fazla etkiler.
- **İklim:** Ülkelerin ekonomisine, nüfusuna, mimarisine, birlikteliğine etki edebilecek bir diğer faktör iklimdir.

B. Ülkeler

Yapılan uygulamada sonuçların daha belirleyici olabilmesi için 4 Avrupa Ülkesi (Almanya, Fransa, Hollanda, İtalya), 4 Arap Ülkesi (Suudi Arabistan, Mısır, Suriye, Cezayir), ABD ve Türkiye olmak üzere 10 ülke seçildi. Ülkelerin bu şekilde seçilmesi kullanılacak parametrelerin etkisini görmek açısından faydalı olacaktır. Amerika Birleşik Devletleri etnik yönden 4 Avrupa ülkesinden de vatandaş barındırmaktadır. Ayrıca Türkiye dini yönden Arap ülkeleri ile birliktelik sağlamaktadır.

C. Algoritma

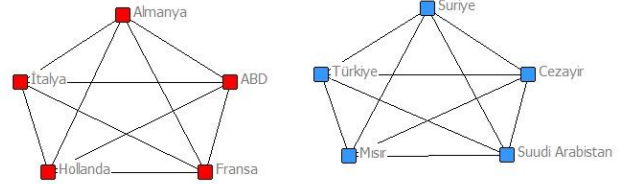
- Her bir parametre için
- n adet düğüm belirle
- Parametreye göre ilişkinin nxn komşuluk matrisini oluştur

- for i=1:n
for j=1:n
k(i,j)=(i ve j düğümlerinin komşularının kesişim kümesini bul, eleman sayısını hesapla)
f(i,j)=(i ve j düğümlerinin komşularının fark kümesini bul, eleman sayısını hesapla)
- for i=1:n
for j=1:n
skor(i,j)=(k(i,j)+α*ω(i,j))/(1+f(i,j)+f(j,i))
- Bütün parametre skor değerlerini topla ve parametre sayısına böl.
- Skor değerlerini büyükten küçüğe sırala

VI. UYGULAMA SONUÇLARI

A. Din

DİN FAKTÖRÜ



Şekil 2. Din faktörü[12]

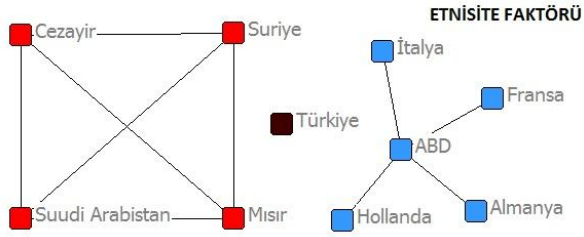
Ağın 2 gruba ayrılması ve her iki gruptaki düğümlerin düğüm derecesinin (komşu sayısı) aynı olmasından dolayı yapılan hesaplama da eğer iki düğümün komşuluğu varsa benzerlik değerleri aynı çıkar. Örneğin;

$$Skor_{Türkiye-Suriye} = 1.1, Skor_{Türkiye-Fransa} = 0$$

Din	Türkiye	ABD	Fransa	Almanya	Mısır	Suriye	İtalya	Hollanda	Suudi Arabistan	Cezayir
Türkiye	0	0	0	0	1,1	1,1	0	0	1,1	1,1
ABD	0	0	1,1	1,1	0	0	1,1	1,1	0	0
Fransa	0	1,1	0	1,1	0	0	1,1	1,1	0	0
Almanya	0	1,1	1,1	0	0	0	1,1	1,1	0	0
Mısır	1,1	0	0	0	0	1,1	0	0	1,1	1,1
Suriye	1,1	0	0	0	1,1	0	0	0	1,1	1,1
İtalya	0	1,1	1,1	1,1	0	0	0	1,1	0	0
Hollanda	0	1,1	1,1	1,1	0	0	1,1	0	0	0
Suudi Arabistan	1,1	0	0	0	1,1	1,1	0	0	0	1,1
Cezayir	1,1	0	0	0	1,1	1,1	0	0	1,1	0

Tablo 1. Ülkelerin din skor değerleri

B. Etnisite



Şekil 3. Etnisite faktörü

Şekil 3'te ABD, Avrupa ülkelerinden vatandaş barındırdığı için, Hollanda, Fransa, İtalya ve Almanya'nın ortak komşusudur. Bu durumda bu ülkeler etnik olarak benzer görünmektedirler. Arap ülkelerinde belli bir benzerlik oranı vardır. Türkiye'nin etnik komşuluğu olan ülke olmadığı için diğer ülkelerle benzerliği bulunmamaktadır.

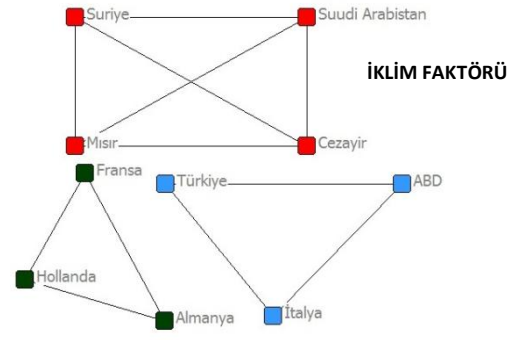
Sınır	Türkiye	ABD	Fransa	Almanya	Mısır	Suriye	İtalya	Hollanda	Suudi Arabistan	Cezayir
Türkiye	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0
ABD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fransa	0	0	0	0,06	0	0	0,08	0,5	0	0
Almanya	0	0	0,06	0	0	0	0,5	0,08	0	0
Mısır	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0
Suriye	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
İtalya	0	0	0,08	0,5	0	0	0	0	0	0
Hollanda	0	0	0,5	0,08	0	0	0	0	0	0
Suudi Arabistan	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0
Cezayir	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 3. Ülkelerin sınır skor değerleri

Etnik Bağ	Türkiye	ABD	Fransa	Almanya	Mısır	Suriye	İtalya	Hollanda	Suudi Arabistan	Cezayir
Türkiye	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ABD	0	0	0,05	0,05	0	0	0,05	0,05	0	0
Fransa	0	0,05	0	1	0	0	1	1	0	0
Almanya	0	0,05	1	0	0	0	1	1	0	0
Mısır	0	0	0	0	0	0,77	0	0	0,77	0,77
Suriye	0	0	0	0	0,77	0	0	0	0,77	0,77
İtalya	0	0,05	1	1	0	0	0	1	0	0
Hollanda	0	0,05	1	1	0	0	1	0	0	0
Suudi Arabistan	0	0	0	0	0,77	0,77	0	0	0	0,77
Cezayir	0	0	0	0	0,77	0,77	0	0	0,77	0

Tablo 2. Ülkelerin etnisite skor değerleri

D. İklim



Şekil 5. İklim faktörü

Parametrelere göre oluşturulan ağların en karışık olanı iklim için oluşturulan ağ oldu. ABD, İtalya ve Türkiye'de birçok iklimin aynı anda görülebilmelerinden dolayı aynı ağa dâhil edildi. Arap ülkeleri aynı iklim ağına eklendi. Almanya, Fransa ve Hollanda'da aynı iklim grubunda gösterildi. Şekil 5'deki yapıya göre yapılan hesaplama da benzerlik değerleri en fazla Arap ülkelerinde oldu.

İklim	Türkiye	ABD	Fransa	Almanya	Mısır	Suriye	İtalya	Hollanda	Suudi Arabistan	Cezayir
Türkiye	0	0,43	0	0	0	0	0,43	0	0	0
ABD	0,43	0	0	0	0	0	0,43	0	0	0
Fransa	0	0	0	0,43	0	0	0	0,43	0	0
Almanya	0	0	0,43	0	0	0	0	0,43	0	0
Mısır	0	0	0	0	0	0,77	0	0	0,77	0,77
Suriye	0	0	0	0	0,77	0	0	0	0,77	0,77
İtalya	0,43	0,43	0	0	0	0	0	0	0	0
Hollanda	0	0	0,43	0,43	0	0	0	0	0	0
Suudi Arabistan	0	0	0	0	0,77	0,77	0	0	0	0,77
Cezayir	0	0	0	0	0,77	0,77	0	0	0,77	0

Tablo 4. Ülkelerin iklim skor değerleri

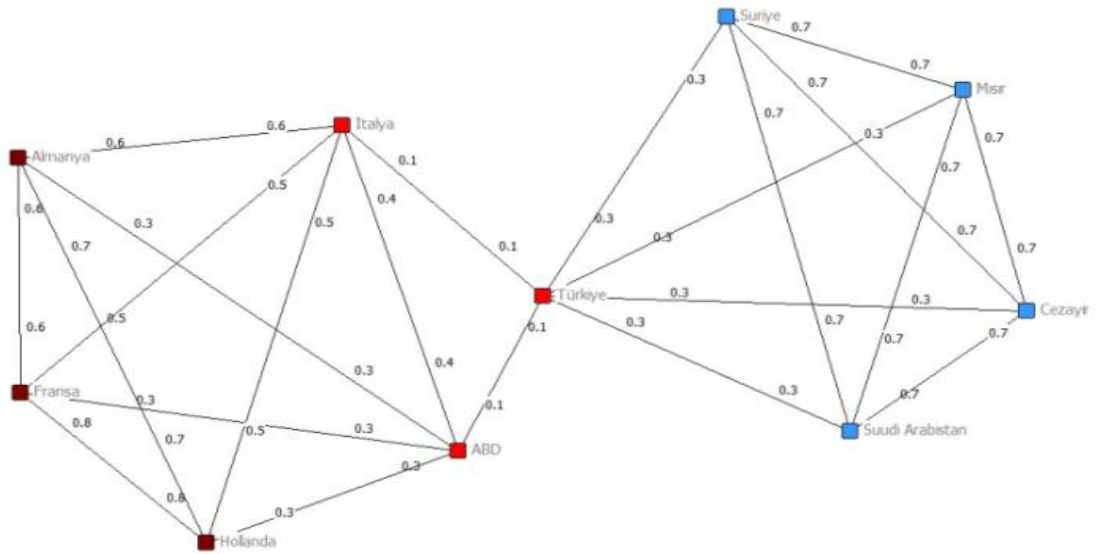
C. Sınır



Şekil 4. Sınır faktörü

Sınır birlikteliğine bakıldığında Almanya ile İtalya'nın ve Hollanda ile Fransa'nın ortak komşuları olduğu için skor değerleri yüksek çıkar. Ayrıca Suriye ile Türkiye, Mısır ile Suudi Arabistan arasında komşuluk bulunmaktadır.

E. Ortalama Birliktelik



Şekil 6. Ortalama Birliktelik

VII.SONUÇ

Her bir parametre için elde edilen skor değerleri toplanıp parametre sayısına bölündüğünde Tablo 5'deki değerler elde edildi. En güçlü birliktelik 0,76 değeri ile Hollanda ve Fransa arasında sağlandı. Bu değere etki eden en önemli faktör ortak sınır komşuluğu ve iklimdir. İkinci olarak Suudi Arabistan ile Mısır arasındaki birlikteliğin güçlü olduğu saptandı.

Türkiye'ye bakıldığında ise sınır komşuluğunun etkisiyle Suriye ile birliktelik değeri yüksek çıktı. Hollanda, Almanya ve Fransa ile hiçbir birlikteliği olmadı. Avrupa ülkeleri içinde iklimin etkisiyle İtalya ve ABD ile bir ilişkisi olabileceği görüldü.

Şekil 6, Türkiye'nin Arap ülkeleri ile Avrupa ülkeleri arasında bağlantı noktası olduğu ve köprü görevi gördüğünü göstermektedir.

Bu çalışmada sosyal ağ analizi yöntemleri kullanılarak doğru parametreler seçildiği takdirde ülkelerin davranışlarının takip edilebileceği gösterildi. Ülkelerin Din, Etnisite, Sınır ve İklim yapılarına bakılarak benzerlik indeksi oluşturuldu ve çıkarsamalar yapılabildi. Dünyanın gerçekliğine, Türkiye'nin bugünkü durumuna bakıldığında belirtilen yöntemle doğru sonuçlar elde edildi. Bu çalışmaya göre dini yönden tamamıyla Ortadoğu'ya bağlı olan Türkiye'nin, etnik yönden Avrupa ve Ortadoğu ile hiçbir bağı yoktur. Bu uygulamada ilişkiye etki eden parametre sayısı artırılıp, dünya geneli için birliktelik hesabı yapılabilir. Farklı alanlarda da bu yöntem kullanılabilir.

REFERANSLAR

	Türkiye	ABD	Fransa	Almanya	Mısır	Suriye	İtalya	Hollanda	Suudi Arabistan	Cezayir
Türkiye	0	0,11	0	0	0,28	0,30	0,11	0	0,28	0,28
ABD	0,11	0	0,29	0,29	0	0	0,40	0,29	0	0
Fransa	0	0,29	0	0,65	0	0	0,54	0,76	0	0
Almanya	0	0,29	0,65	0	0	0	0,65	0,65	0	0
Mısır	0,28	0	0	0	0	0,66	0	0	0,68	0,66
Suriye	0,30	0	0	0	0,66	0	0	0	0,66	0,66
İtalya	0,11	0,40	0,54	0,65	0	0	0	0,53	0	0
Hollanda	0	0,29	0,76	0,65	0	0	0,53	0	0	0
Suudi Arabistan	0,28	0	0	0	0,68	0,66	0	0	0	0,66
Cezayir	0,28	0	0	0	0,66	0,66	0	0	0,66	0

Tablo 5. Ortalama skor değerleri

- [1] Travers, J., Milgram, S., An Experimental Study of the Small World Problem, Sociometry, Vol. 32, No. 4, 1969, pp. 425-443.
- [2] Dodds P. S., Muhamad R., Watts D. J., An experimental study of search in global social Networks, Science Vol. 301, August 2003, pp. 827-829
- [3] Onat, F., Alıkcı Ö., Sosyal ağ sitelerinin reklam ve halkla ilişkiler ortamları olarak değerlendirilmesi, Journal of Yasar University, 3(9), 2008, pp. 1111-1143.
- [4] Scott, J. P., Social network analysis A handbook, Sage Publications, 2000.
- [5] Gürsaka, N., Sosyal ağ analizi, Dora Yayınları, 2009.
- [6] Durland, M. M., Fredericks, K. A., Introduction to Social Network Analysis, New Directions for Evaluation, 107, 2006, pp.5-13.

- [7] Wasserman, S., Galaskiewicz, J., Advances in social network analysis: Research in the social and behavioral sciences, Sage Publications, 1994.
- [8] Karagöz D., Yüncü H. R., Sosyal ağ analizi ile turizm alanında yazılmış doktora tezlerinin araştırma konularının incelenmesi, Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Yıl: 6, Sayı: 15, Aralık 2013.
- [9] Padgett, J. F., Open Elite? Social Mobility, Marriage, and Family in Florence, 1282-1494. Renaissance Quarterly, 63, 2010, pp.357-411.
- [10] Lü, L., Zhou, T., Link Prediction in Complex Networks: A survey, Physica A 390, 2011, pp.1150-1170.
- [11] Liben-Nowell, D., Kleinberg, J., The link prediction problem for social networks, Proceedings of the 12th International Conference on Information and Knowledge Management (CIKM), NewYork: ACM Press, 2003, pp. 556–559.
- [12] Borgatti, S.P., Everett, M.G. ve Freeman, L.C., UCINET for Windows: Software for social network analysis, Harvard, MA: Analytic Technologies, 2002.

Secondhand Car Price Estimation Using Artificial Neural Network

Murat Cihan Sorkun

Department of Computer Engineering, Galatasaray University
İdea Teknoloji Çözümleri, R&D Center
Istanbul, Turkey
mcsorkun@gmail.com

Abstract—The objective of this study is the investigation of ANN performance on secondhand car price estimation. This study has two main steps to prepare the data and applications with ANN. The first step involves the collection and preparation of raw data for the ANN implementation. The second step involves the creation of the ANN model. The data used in this steps were collected from secondhand goods selling website. The results of this study were compared with related works.

Index Terms—artificial neural networks, data preprocessing, secondhand cars, price estimation.

I. INTRODUCTION

Automobile industry is getting more competitive each day and brands present new models every year. According to data obtained from International Organization of Motor Vehicle Manufacturers (OICA), number of vehicle in use worldwide more than 1.2 billion in 2014 [1]. Figure 1 shows that around 50 million cars is produced each year. Because of this increase, evaluation of secondhand car price is getting more important.

There are many approaches to solve evaluation problems. In this study Artificial Neural Networks is used to estimate secondhand car prices. The Data used to train Neural Network were collected from local secondhand goods website. Data contains 740 samples of Volkswagen Golf 1.6 car information.

On data preparation, open source data mining and machine learning tool WEKA is used and Neural Network model was created using Matlab Neural Network Tool.

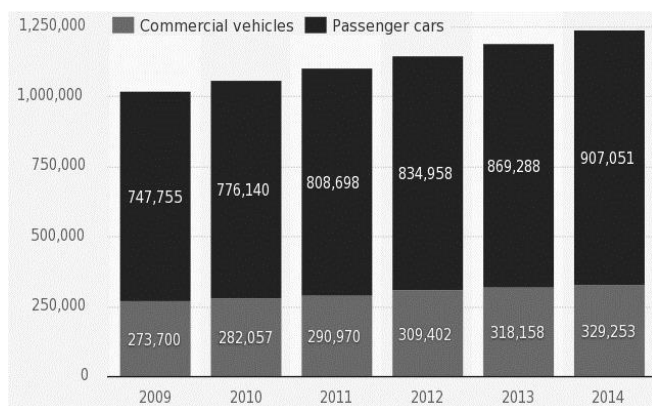


Fig. 1. Number of vehicles in worldwide from 2009 to 2014 in (1,000 units)

This paper is organized as follows. In the next section, a review of related work is represented. Section III describes the data preparation process. Section IV explains how Neural Network model is set and works with the given data set. This section describes, evaluates and compares other studies using ANN to predict the price of used cars. Finally, section V concludes the findings and includes some ideas towards future works.

II. RELATED WORKS

Last decade, many researches showed that Artificial Neural Network (ANN) approach is successful for price evaluation on many domain. One of the recent researches was made by Saamiyah Peerun, Nushrah Henna Chummun and Sameerchand Pudaruth [2]. They used Artificial Neural Network on predicting the price of secondhand cars and they also used same dataset on Support Vector Regression, Linear Regression, k-Nearest Neighbor (kNN) for control group. Dataset used on experiment was collected from websites and it has 7 features and 200 instances. They use a neural network with six inputs and one hidden layer containing two nodes. They found that Support Vector Regression and Multilayer perceptron with back propagation (ANN) evaluated more accurate predictions than other algorithms. Their experiments mean absolute error result rate on ANN approach is 9.8%. İşeri and Karlık also have used Artificial Neural Network approach for automobile price valuations [3]. They used Auto-Price dataset from UCI Machine Learning Repository for training to neural network [4]. They eliminate nominal values and use 16 of 26 attributes and 159 instances. 60% of used for training, 20% is used for cross validation and 20% is used for testing. Their experiments mean absolute error result rate is 8.0%.

Paulo Cortez's study uses Artificial Neural Networks Multilayer Perceptron, Multiple Regression and Support Vector Machines to predict prices of secondhand cars [5]. The algorithms are compared with each other. Some of 205 instances are deleted because of missing data. Although 16 continuous and 10 nominal attributes exist, 7 inputs are selected to process. His study shows that Support Vector Machines algorithm gives better result than neural networks multilayer perceptron and multiple regression. SVM model gives result with $32.5\% \pm 1.4$ relative absolute error, ANN

produces with $35.5\% \pm 1.4$ and MR evaluates with $41\% \pm 1.0$ relative absolute error. Pudaruth used four different supervised machine learning techniques namely kNN (k-Nearest Neighbor), Naïve Bayes, linear regression and decision trees to predict the price of secondhand cars [6]. The best result was obtained using kNN which had a mean error of 27000 Rs. They collected more than 400 records but eliminated some of them and used 97 records with 4 features.

Another Artificial Neural Network study for automobile prices is done by Asilkan and Irmak [7]. They use ANN for time series forecasting the future prices of secondhand cars. They collect raw data from web and preprocess to transform to structural form. Data acquisition, data aggregation, data cleansing and data conversion processes are applied to get prepared data for modeling and analyzing. Their dataset contains over 400000 instances and 6 features for 3 different car models with 3 years range. They use one hidden layer containing two nodes on model. Their experiments mean absolute error result rate is lower than 10.0%

Limsombunchai used ANN approach for house price prediction and compared results with hedonic price model [8]. 200 instances and 13 features are collected from local websites and used as dataset. 3 different models created according to garden presence. ANN approach results are gave better than Hedonic model by mean square error 10.0%, 15.9% and 30.3% for 3 different models. Nguyen and Crimp's study includes two algorithms which are called Back Propagation Feed Forward Artificial Neural Network and Multiple Regression Analysis [9]. The study compares the predictive performance of algorithms. As a result, while the ANN model functional specification becomes more complex, the training sample size must be increased in order for the ANN to perform better than the corresponding Multiple Regression Analyze model.

III. DATA PREPARATION

Data preparation section is examined under two subsections data collection and data preprocessing. Data collecting subsection includes how raw data is collected and which features it contains. Data preprocessing subsection includes cleaning, integration and normalization processes. Feature selection was also carried out in this section. Figure 2 shows overall data preparation process.

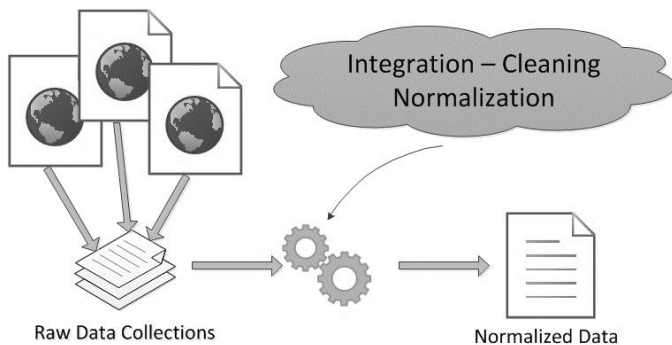


Fig. 2. Data Preparation Process

A. Data Collection

Data used on this study is collected from local secondhand item selling website in May 2016. After examining on brands and models of cars, Volkswagen Golf 1.6 and its sub models are chosen to be collect and work on it. 740 instances with 23 features are collected. Some features are taken directly and some of them are taken as sum such as airbag-count and changed part count. Table 1 shows all features with their types. Collected data is stored in comma separated value (CSV) format to be used in pre-processing.

TABLE I.

No	Feature	Type
1	Sub Model	Nominal
2	Year	Numeric
3	LPG	{0,1}
4	Diesel	{0,1}
5	Gear	Nominal
6	Kilometer	Numeric
7	Engine Capacity	Numeric
8	Engine Power	Numeric
9	Color	Nominal
10	Warranty	{0,1}
11	From Gallery	{0,1}
12	ABS	{0,1}
13	ASR	{0,1}
14	ESP	{0,1}
15	Cruise Control	{0,1}
16	Sunroof	{0,1}
17	Trip Computer	{0,1}
18	Digital Air Condition	{0,1}
19	Analog Air Condition	{0,1}
20	Airbag Count	Numeric
21	Painted Part Count	Numeric
22	Changed Part Count	Numeric
23	Price	Numeric

B. Data Preprocessing

After collecting data into to CSV format, it needs to preprocess before get into the neural network process. Preprocess section includes cleaning, normalization and feature selection.

Collected raw data has empty instances, noisy instances and different metrics for same feature. In data preparation process, first incomplete and empty data are deleted. Second, noisy data which is out of range is also deleted. Next, different metrics for same feature are integrated into same format (cm³ and hp for engine power). Finally, features is given in interval converted into exact number.

After normalization of raw data, feature selection step processed to determine necessary features used on neural network. CSV file converted into the ARFF format which is used on Weka (Data mining and Machine learning tool) [10]. Weka is used for feature selection for this step. CfsSubsetEval used as the evaluator and BestFit is used as a search method.

After Weka AttributeSelection filter processed number of features decreased from 23 to 9. Selected features are indicated in Table II.

TABLE II.

No	Feature	Type
1	Year	Numeric
2	Kilometer	Numeric
3	ASR	{0,1}
4	ESP	{0,1}
5	Sunroof	{0,1}
6	Trip Computer	{0,1}
7	Digital Air Condition	{0,1}
8	Painted Part Count	Numeric
9	Price	Numeric

IV. NEURAL NETWORK PROCESS

Artificial Neural Network is a data processing approach inspired by biological nervous systems, such as the brain. ANN consists of a great number of interconnected neurons. Neuron is a single element living in a network of cells that receives inputs, processes those inputs, and produces an output. Each neuron has own connection value (weight) to the other neurons. These values are set during training.

There are many approaches for solving recommendation problems. Neural network is one of them that is very good at function fit problems. A neural network with enough neurons can fit any data with arbitrary accuracy. They are especially one of the best choices for nonlinear and complex problems. Therefore, artificial neural network has been used to solve the problem in this study.

Matlab Neural Network Tool is used on ANN process. Neural network model is created using dataset with 9 features and 740 instances. Model has 1 hidden layer with 15 neurons and an output layer with 1 neuron as shown in the figure 3. Number of neurons used on model are tested with 5, 10, 15, and 20. Best result taken on 15 neurons. Levenberg-Marquardt back propagation used as training function that update weights and bias values. It's the fastest back propagation algorithm. It requires more memory comparing other functions but it's not important in this data set. Data is divided randomly with 70% for train, 15% for validation and 15% for test. Max iteration number was set to 1000.

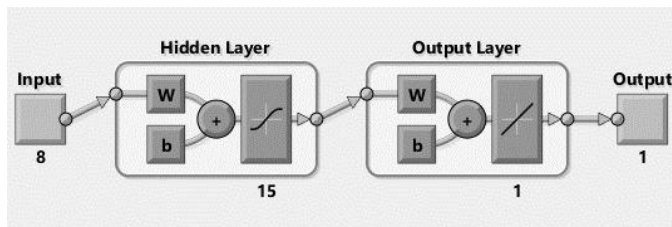


Fig. 3. Neural Network Model

As a result of the experiments Mean Squared Error (MSE) is calculated as 9648883 and Mean Absolute Percentage Error (MAPE) is calculated as 8.28%. Figure 4 shows error histogram and Figure 5 shows MSE validation performance using train, validation and test data.

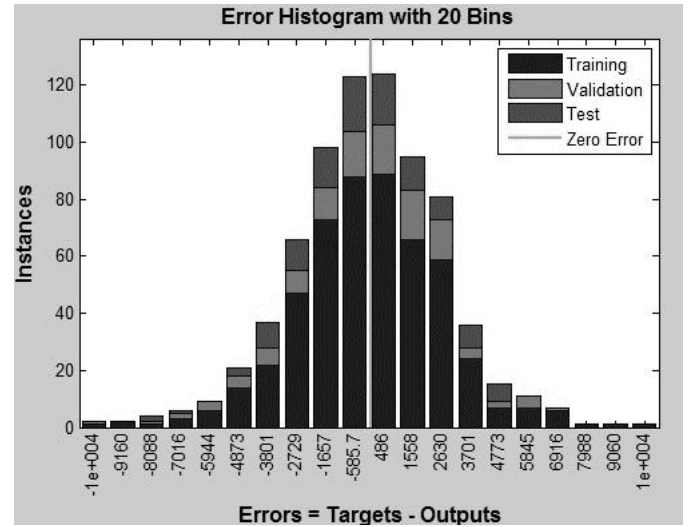


Fig. 4. Error Histogram

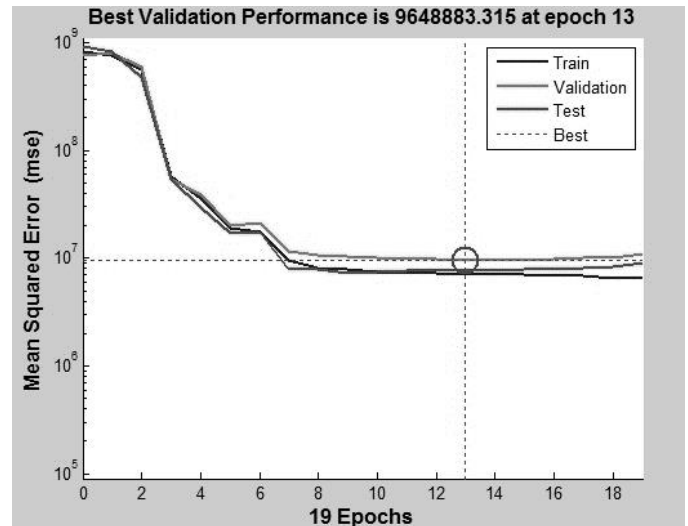


Fig. 5. MSE Validation Performance

Peerun et al. used dataset with 200 records and 6 features on their neural network study for secondhand car price estimation [2]. They obtained mean absolute percentage error around 9.8%. Iseri and Karlık 8.0% mean absolute percentage error by using 159 samples and 16 features on their neural network study for secondhand car price estimation [3]. Compared to these studies, 8.28% mean absolute error can be considered satisfactory outcome.

V. CONCLUSION

In this paper, artificial neural network application used on secondhand car price estimation. As the number of secondhand cars increase in the market, prediction of their price is getting important. In this study, real values are used from local secondhand item selling website. Dataset contains 740 samples and 23 features. Data set was preprocessed and used in the creation of the ANN model with 1 hidden layer with 15 neurons. As a result of the experiments, mean absolute percentage error is calculated as 8.28%. The main limitations of this study are only one type of car model that has been used and absence of comparison with other estimation techniques. As future work, studying on data set contains different type of car models is intended.

REFERENCES

- [1] "International Organization of Motor Vehicle Manufacturers" [Online]. Available: <http://www.oica.net/category/vehicles-in-use/>.
- [2] Saamiyah Peerun, Nushrah Henna Chummun, and Sameerchand Pudaruth, "Predicting the Price of Second-hand Cars using Artificial Neural Networks," 2015.
- [3] A. İşeri and B. Karlık, "An artificial neural networks approach on automobile pricing," *Expert Syst. Appl.*, vol. 36, no. 2, Part 1, pp. 2155–2160, Mar. 2009.
- [4] "UCI Machine Learning Repository." [Online]. Available: <http://archive.ics.uci.edu/ml/>.
- [5] P. Cortez, "Data Mining with Neural Networks and Support Vector Machines Using the R/Rminer Tool," in *Proceedings of the 10th Industrial Conference on Advances in Data Mining: Applications and Theoretical Aspects*, Berlin, Heidelberg, 2010, pp. 572–583.
- [6] Sameerchand Pudaruth, "Predicting the Price of Used Cars using Machine Learning Techniques," *Int. J. Inf. Comput. Technol.*, vol. 4, no. 7, pp. 735–764, 2014.
- [7] Özcan Asilkan and Sezgin Irmak, "Forecasting The Future Prices Of The Second-Hand Automobiles Using Artificial Neural Networks," 2009.
- [8] V. Limsombunchao, "House price prediction: Hedonic price model vs. artificial neural network," *Proc. Tenth Annu. Conf. N. Z. Agric. Resour. Econ. Soc. Inc*, Jun. 2004.
- [9] N. Nguyen and A. Cripps, "Predicting Housing Value: A Comparison of Multiple Regression Analysis and Artificial Neural Networks," *J. Real Estate Res.*, vol. 22, no. 3, pp. 313–336, 2001.
- [10] WEKA "Waikato Environment for Knowledge Analysis" [Online]. Available: <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>

A Comparison of A*, BFS and DFS Artificial Intelligence Algorithms for Solving N-Puzzle

Ali Fatih Gündüz

İnönü Üniversitesi Akçadağ Meslek Yüksek Okulu
Bilgisayar Programcılığı Programı
Malatya, Türkiye
fatih.gunduz@metu.edu.tr

Ali Karıcı

İnönü Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar
Mühendisliği Bölümü
Malatya, Türkiye
ali.karci@inonu.edu.tr

Abstract—N-Puzzle is a well-known single player game which is played on a board by sliding tiles. Solving N-Puzzle and applying heuristics to solve it is not only a toy problem for testing talent of a person but it also is an interesting topic of artificial intelligence studies. Finding a solution to this problem computationally is NP-hard and its theoretical complexity is exponential. In this study we reviewed and implemented A*, BFS and DFS artificial intelligence algorithms for solving N-Puzzle. We present here best, worst and average performances of those algorithms with respect to execution time, search space expansion and solution movement counts. According to the comparisons, we deduced that the best algorithm to solve N-Puzzle as optimal as possible is A* algorithm with Manhattan distance heuristic.

Index Terms—Artificial intelligence, gaming, N-Puzzle, NP-hard, A*, BFS, DFS

I. INTRODUCTION

N-Puzzle problem is a well-known single player board game with many other names like “sliding block”, “tile puzzle”, etc. It is played on a square board and depending on the board size puzzle’s finite versions are named such as 8-puzzle (for a 3x3 board), 15-puzzle (for a 4x4 board), 24-puzzle (for a 5x5 board), etc. An $m \times m$ board consists of $m^2 - 1$ numbered squared tiles and one blank space. The object of the puzzle is to rearrange the tiles in order by making sliding moves that use the empty space, using the fewest moves. Moves of the puzzle are made by sliding an adjacent tile into the empty space. Only tiles that are horizontally or vertically adjacent to the blank space (diagonally adjacent positions cannot move) may be moved. [6]

N-Puzzle is a classical problem for applying heuristics. [7] and [8] states that finding the shortest solution of N-Puzzle is NP-Hard and so believed to be computationally infeasible. It seems that it is always possible to solve the puzzle however this is incorrect. In an N-Puzzle instance there are $N+1$ tiles and $(N+1)!$ different permutations are possible. Johnson proved that [9] depending upon the initial configuration of the board, half of the permutations are impossible to be solved.

Whether there exists a solution of an N-Puzzle instance can be checked luckily. Calabro [10] provides a $O(N^2)$ time

complexity algorithm to decide whether an initial configuration of an $m \times m$ board N-puzzle game is solvable. In an N-Puzzle board, position of the blank tile, number of tiles on the board and number of inversions¹ determine the solvability of the puzzle.

In this study we developed a GUI² and implemented BFS, DFS and A* algorithms to run them on computationally solvable instances of N-Puzzle problems. Manhattan distance and misplaced tiles heuristics are used in A* algorithm³. At the end, solution performances of those algorithms are compared.

In Figure 1 and Figure 2 we present a snapshot of the GUI that we developed for this study.

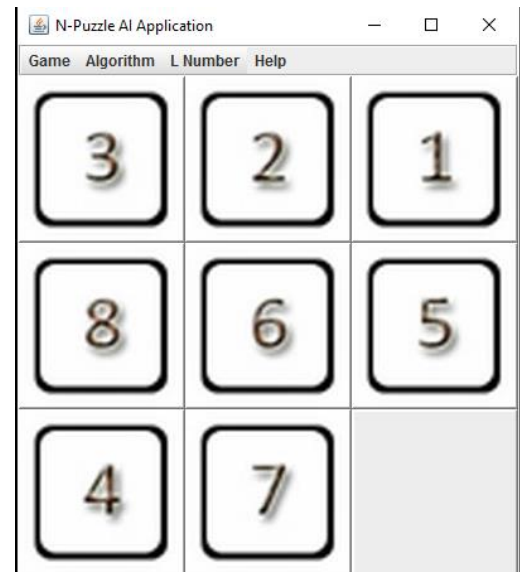


Figure 1: Initial state of an N-Puzzle instance with 3x3 board

¹ An inversion happens when a tile is preceded by another tile with a lower number than it.

² Graphical user interface

³ Manhattan distance heuristic of a state is calculated by summing the absolute differences between expected tile numbers with actual tile numbers. On the other hand misplaced tiles heuristic value is calculated by summing the number of tiles which are in improper positions.

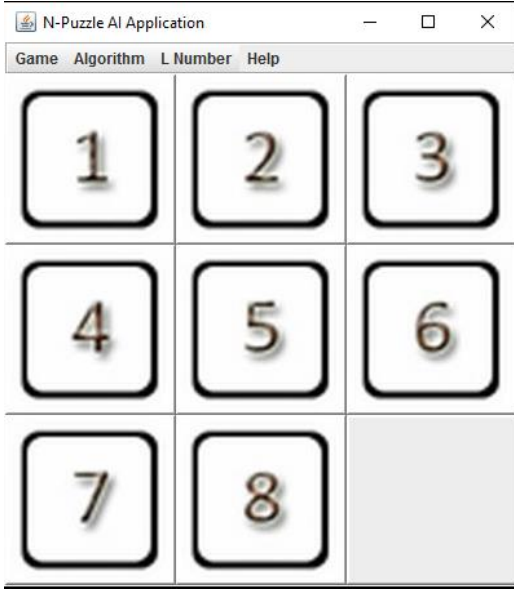


Figure 2: Ordered state of an N-Puzzle instance with 3x3 board

II. RELATED WORK

Drogoul and Dubreuil [1] presented a distributed approach for solving the N-puzzle. Shifting from goal-oriented perspective to agent-oriented description of the problem, they decomposed the solving system into a set of local processes which are distributed among the agents. Those agents are designed to solve subgoals of the solution. They made experimental comparisons with respect to the memory usage, solution length and execution time.

Korf [2] implemented real time a star algorithm (RTA*) with minimum lookahead search and alpha pruning for 3x3, 4x4 and 5x5 n-puzzles. Korf states that RTA* is guaranteed to find a solution to n-puzzle however as problem size increases the number of nodes to be expanded and the solution lengths increase as well. The experiment results for 8 puzzle appeared to be only two greater than average optimal solution while 15 puzzle requires two times and 24 puzzle requires four times the average optimal solution moves.

Markov et al. [3] presented pedagogical possibilities for artificial intelligence (AI) courses in the context of N-Puzzle. They discussed associated curricular materials related with AI and developed a suite of adaptable, hands-on laboratory projects that can be closely integrated into an introductory AI course.

The blank tile is capable of making 4 moves at maximum when it is positioned in the middle of the board and 2 moves at minimum when it is positioned in the corner of the board. However taking expected sliding movements as 3, Bhasin and Singla [4] stated that brute force algorithm with depth limited search would have a state space of complexity $O(3^N)$ at depth N. Pointing out the fact that solving the problem is NP-

Hard, they proposed a genetic algorithm based solution for the N-Puzzle problem in their study.

Kondekar et al. [11] presented a Parallel Bread First Heuristic Search (PBFHS) algorithm with a Hadoop cluster comprising of 12 processors in order to solve N-Puzzle instances which require high computational resources.

III. METHODOLOGY

We implemented and run modified BFS, DFS and A* algorithms to solve N-Puzzle instances. Same puzzles are solved by the mentioned algorithms. 8-Puzzle, 15-Puzzle and 24-Puzzle instances are solved by those algorithms and the average performances of them are compared in the next section.

BFS and DFS algorithms search all possible movements. When they reach a state which has already been explored they skip that state and continue from the next possible movement. Their worst case performance is $O(b^d)$ where b is branching factor and d is the search depth. BFS and DFS iterates over the graph of all possible states without heuristics so their performances are worse when there are large number of states. Their difference is that DFS start with root and explores as far as possible before it reaches dead end or the terminal state. On the other hand BFS explores the neighbor states firstly and then continues with one level deeper state.

Similarly A* algorithm's worst case performance is $O(b^d)$ as well but its performance also depends on the heuristic function. In the worst case A* exponentially explores all states but a good heuristic helps to prune many of possible solution branches. We made experiments with two heuristics: Manhattan distance and misplaced tiles heuristics which are calculated according to Equation 1 and Equation 2 respectively.

$$\sum_i^{\text{for all cities}} |X_i - X_{\text{goal}}| + |Y_i - Y_{\text{goal}}|$$

Equation 1: Manhattan distance heuristic

$$\sum_i^{\text{for all cities}} \text{if } X_i \neq X_{\text{goal}} \text{ or } Y_i \neq Y_{\text{goal}} \text{ then } 1 \text{ else } 0$$

Equation 2: Misplaced tiles heuristic

At each iteration of A* algorithm's main loop, the state with lowest cost with respect to sum of the heuristic function with path length is selected to explore further.

In this section we presented the pseudocodes of the algorithms we applied in our study.

A. BFS Algorithm Pseudocode

- 1) Insert the initial state into queue with cost 0
- 2) Set state expansion counter to 0
- 3) While queue is not empty do
 - a. Dequeue the first state of the queue into S
 - b. Increase state expansion counter by one
 - c. If the state S is final: Terminate
 - d. Else for all of the successor states of S do
 - i. If the successor state causes a cycle skip the successor
 - ii. Else insert the successor state into queue with cost $\text{cost}(S) + 1$
 - iii. Set S as the parent of its successor state

B. DFS Algorithm Pseudocode

- 1) Insert the initial state into stack with cost 0
- 2) Set state expansion counter to 0
- 3) While stack is not empty do
 - a. Unstack the last state from the stack into S
 - b. Increase the state expansion counter by one
 - c. If the state S is final: Terminate
 - d. Else for all of the successor states of S do
 - i. If the successor state causes a cycle skip the successor
 - ii. Else insert the successor state into queue with cost $\text{cost}(S) + 1$
 - iii. Set S as the parent of its successor state

C. A* Algorithm Pseudocode

- 1) Open_list = {}
- 2) Closed_list = {}
- 3) Initial state gscore = 0
- 4) Initial state fscore = heuristic(initial state, final state)
- 5) Insert initial state into Open_list
- 6) Set state expansion counter to 0
- 7) While Open_list is not empty do
 - a. Pop the state with lowest fscore into S
 - b. Increase the state expansion counter by one
 - c. If the state S is final: Terminate
 - d. Add S into Closed_list
 - e. For all of the successor states of S do
 - i. If a state with the same position as successor is in the Open_list which has a lower f than successor, skip this successor
 - ii. If a state with the same position as successor is in the Closed_list which has a lower f than successor, skip this successor
 - iii. $\text{successor.gscore} = S.\text{gscore} + 1$
 - iv. $\text{successor.fscore} = \text{Successor.gscore} + \text{heuristic}(\text{Successor}, \text{final state})$
 - v. Insert successor into Open_list

IV. EXPERIMENT RESULTS

In this section we present the experiment results of our study. We made experiments with 8-Puzzle, 15-Puzzle and 24-Puzzle instances and compared BFS, DFS and A* algorithms with respect to execution time, state expansion size and solution's tile movements. A* algorithm is experimented with both Manhattan distance and misplaced tiles heuristics.

During the experiments, A* algorithm with Manhattan distance heuristic appeared to be the best among the others. Its execution time is the shortest among the other algorithms. It averagely found a solution in 888 milliseconds for 8-Puzzle, 1396 milliseconds for 15-Puzzle and 13504 milliseconds for 24-Puzzle.

Moreover A* with Manhattan distance heuristic algorithm reached the minimum search space expansions. While searching the terminal state it expanded averagely 617 states for 8-Puzzle, 945 states for 15-Puzzle and 2824 states for 24-Puzzle. On the contrary DFS had the worst performance with respect to search space expansion. It examined 56434 states for 8-Puzzle, 128786 states for 15-Puzzle and 172367 states for 24-Puzzle at average to find the terminal state.

Similar to state expansion comparisons, A* algorithm with Manhattan distance heuristic found solutions with 16 moves for 8-Puzzle, 22 moves for 15-Puzzle and 29 moves for 24-Puzzle while solutions of DFS contained tens of thousands of movements. Even though BFS algorithm required far larger state expansions than A* implementations, its solutions' length appeared to be close to optimal: 16 moves for 8-Puzzle, 16 moves for 15-Puzzle and 31 moves for the 24-Puzzle averagely.

A* algorithm with Manhattan distance heuristic produced the most optimal solutions with respect to state expansion, execution time and solution tile movement count. It is followed by A* algorithm with misplaced tiles heuristic, BFS and DFS algorithms.

In the figures below, we show the maximum, minimum and average results of experiments.

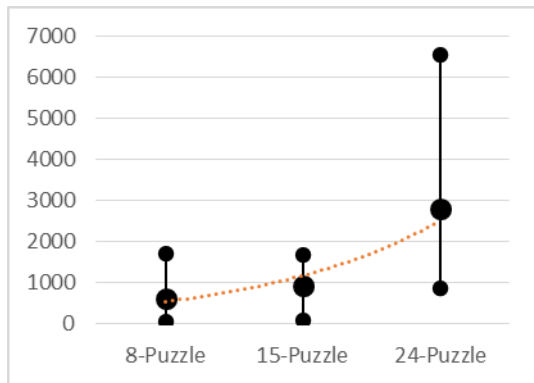


Figure 3: A* with Manhattan distance heuristic maximum minimum and average state expansion sizes of 8-Puzzle, 15-Puzzle and 24-Puzzle instances

Best, average and worst state expansion results of A* with Manhattan distance heuristic in Figure 3 are 57, 617 and 1722 for 8-Puzzle; 94, 945 and 1692 for 15-Puzzle and 862, 2824 and 6550 for 24-Puzzle respectively.

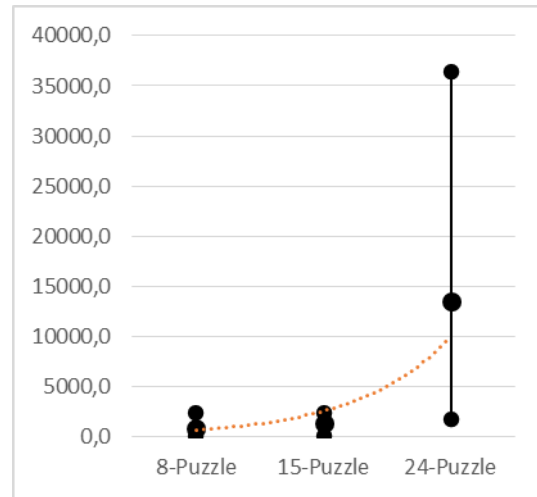


Figure 4: A* with Manhattan distance heuristic maximum minimum and average execution times (in milliseconds) of 8-Puzzle, 15-Puzzle and 24-Puzzle instances

Best, average and worst execution time results (in milliseconds) of A* with Manhattan distance heuristic in Figure 4 are 43, 888 and 2421 for 8-Puzzle; 116, 1396 and 2412 for 15-Puzzle and 1702, 13504 and 36361 for 24-Puzzle respectively.

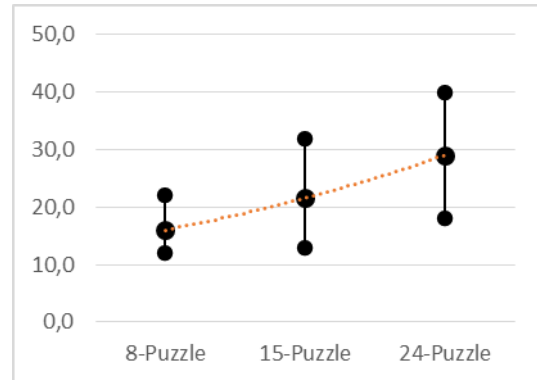


Figure 5: A* with Manhattan distance heuristic maximum minimum and average solution tile movements of 8-Puzzle, 15-Puzzle and 24-Puzzle instances

Best, average and worst solution tile movement counts of A* with Manhattan distance heuristic in Figure 5 are 12,16 and 22 for 8-Puzzle; 13, 21 and 32 for 15-Puzzle and 18, 29 and 40 for 24-Puzzle respectively.

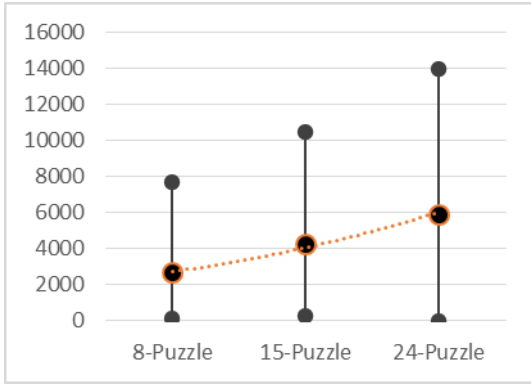


Figure 6: A* with misplaced tiles heuristic maximum minimum and average state expansion sizes of 8-Puzzle, 15-Puzzle and 24-Puzzle instances

Best, average and worst state expansion results of A* with misplaced tiles heuristic in Figure 6 are 112, 2676 and 7716 for 8-Puzzle; 262, 4265 and 10485 for 15-Puzzle and 18, 5933 and 14002 for 24-Puzzle respectively.

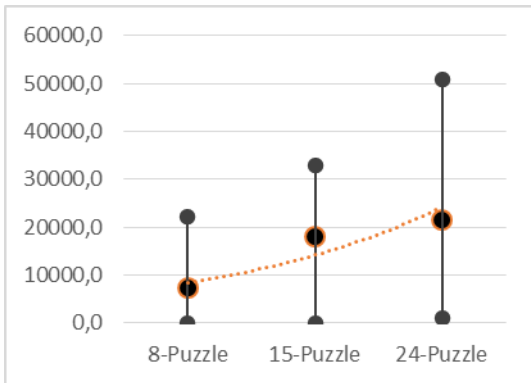


Figure 7: A* with misplaced tiles heuristic maximum minimum and average execution times (in milliseconds) of 8-Puzzle, 15-Puzzle and 24-Puzzle instances

Best, average and worst execution time results (in milliseconds) of A* with misplaced tiles heuristic in Figure 7 are 3, 16 and 22191 for 8-Puzzle; 54, 18007 and 32909 for 15-Puzzle and 1101, 21537 and 50987 for 24-Puzzle respectively.

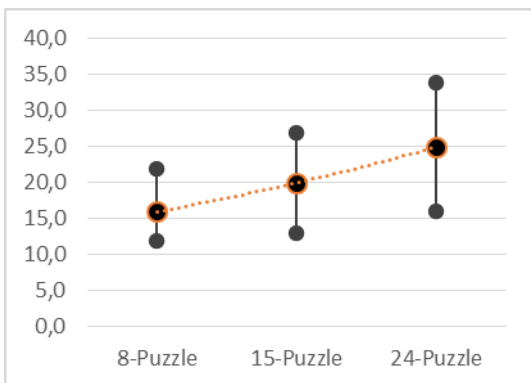


Figure 8: A* with misplaced tiles heuristic maximum minimum and average solution tile movements of 8-Puzzle, 15-Puzzle and 24-Puzzle instances

Best, average and worst solution tile movement counts of A* with misplaced tiles heuristic in Figure 8 are 12, 16 and 22 for 8-Puzzle; 13, 20 and 27 for 15-Puzzle and 16, 25 and 34 for 24-Puzzle respectively.

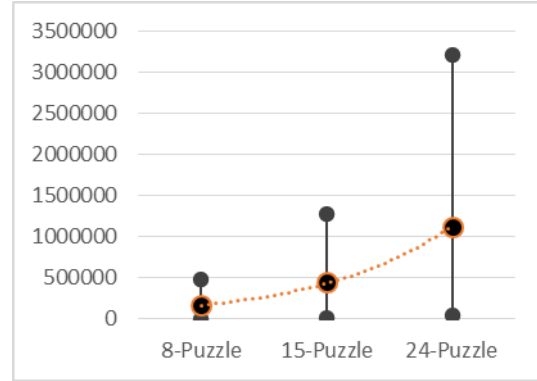


Figure 9: BFS maximum minimum and average state expansion sizes of 8-Puzzle, 15-Puzzle and 24-Puzzle instances

Best, average and worst state expansion results of BFS in Figure 9 are 1486, 164545 and 486127 for 8-Puzzle; 18206, 446826 and 1274597 for 15-Puzzle and 42321, 1126027 and 3220881 for 24-Puzzle respectively.

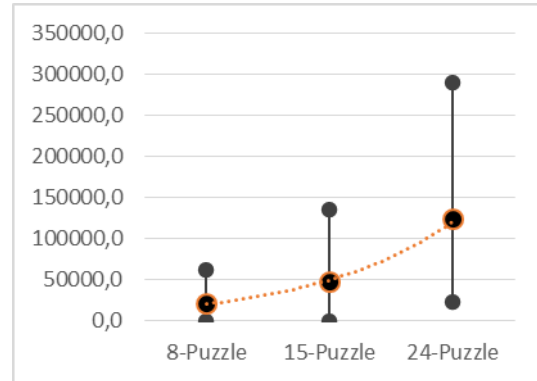


Figure 10: BFS maximum minimum and average execution times (in milliseconds) of 8-Puzzle, 15-Puzzle and 24-Puzzle instances

Best, average and worst execution time results (in milliseconds) of BFS in Figure 10 are 389, 21146 and 62052 for 8-Puzzle; 406, 47961 and 135261 for 15-Puzzle and 23829, 124609 and 290720 for 24-Puzzle respectively.

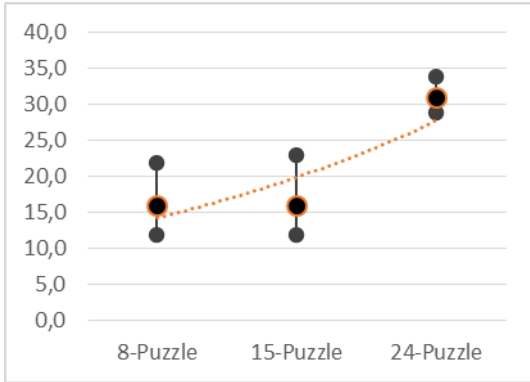


Figure 11: BFS maximum minimum and average solution tile movements of 8-Puzzle, 15-Puzzle and 24-Puzzle instances

Best, average and worst solution tile movement counts of BFS in Figure 11 are 12, 16 and 22 for 8-Puzzle; 12, 16 and 23 for 15-Puzzle and 29, 31 and 34 for 24-Puzzle respectively.

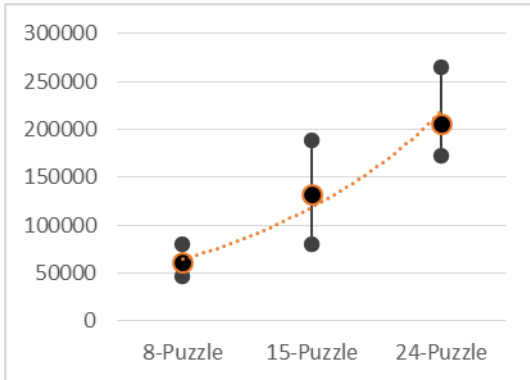


Figure 12: DFS maximum minimum and average state expansion sizes of 8-Puzzle, 15-Puzzle and 24-Puzzle instances

Best, average and worst state expansion results of DFS in Figure 12 are 47230, 61202 and 79943 for 8-Puzzle; 78945, 132589 and 189037 for 15-Puzzle and 172367, 206598 and 264574 for 24-Puzzle respectively.

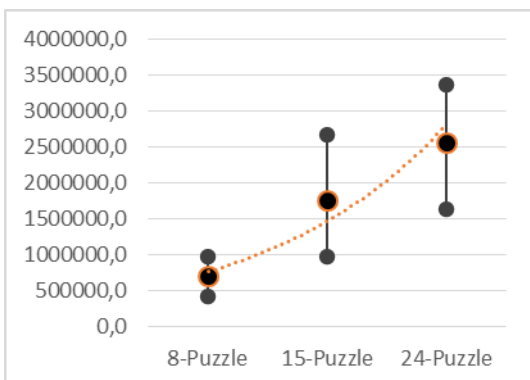


Figure 13: DFS maximum minimum and average execution times (in milliseconds) of 8-Puzzle, 15-Puzzle and 24-Puzzle instances

Best, average and worst execution time results (in milliseconds) of DFS in Figure 13 are 426882, 704186 and 985524 for 8-Puzzle; 985630, 1765095 and 2669594 for 15-Puzzle and 1648436, 2577129 and 3372376 for 24-Puzzle respectively.

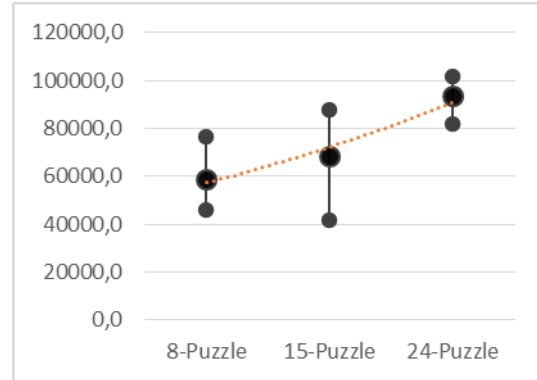


Figure 14: DFS maximum minimum and average solution tile movements of 8-Puzzle, 15-Puzzle and 24-Puzzle instances

Best, average and worst solution tile movement counts of DFS in Figure 14 are 45764, 58860 and 76324 for 8-Puzzle; 41466, 68512 and 87748 for 15-Puzzle and 81829, 93586 and 101640 for 24-Puzzle respectively.

V. CONCLUSIONS

We presented a review of artificial intelligence algorithms for the particular problem of N-Puzzle. Modified versions of BFS and DFS algorithms are compared with A* algorithm. Manhattan distance and misplaced tiles heuristics are used and their results are compared. During our experiments we focused on search space expansion size, execution time and length of solutions. We displayed maximum, minimum and average results of those criteria in our study.

Our comparisons between A*, BFS and DFS algorithms based on average performance results of mentioned dimensions. Finally we derive conclusions that A* algorithm is superior to BFS and DFS with Manhattan distance and misplaced tiles heuristics. Manhattan distance heuristic appeared to be better than misplaced tiles heuristic which produced the best results in this study. On the other hand worst results are obtained by DFS.

REFERENCES

- [1] Drogoul, Alexis, and Christophe Dubreuil. "Eco-problem-solving model (abstract): results of the n-puzzle." ACM SIGOIS Bulletin 13.3 (1992): 15.
- [2] Korf, Richard E. "Real-time heuristic search." Artificial intelligence 42.2-3 (1990): 189-211.
- [3] Markov, Zdravko, et al. "Pedagogical possibilities for the N-puzzle problem."Frontiers in Education Conference, 36th Annual. IEEE, 2006.
- [4] Bhasin, Harsh, and Neha Singla. "Genetic based algorithm for N-puzzle problem." International Journal of Computer Applications 51.22 (2012).
- [5] Johnson, W. Woolsey, and William Edward Story. "Notes on the" 15" puzzle."American Journal of Mathematics 2.4 (1879): 397-404.
- [6] N - Puzzle. (n.d.). Retrieved June 08, 2016, from [https://heuristicswiki.wikispaces.com/N - Puzzle](https://heuristicswiki.wikispaces.com/N-Puzzle)
- [7] Ratner, Daniel, and Manfred K. Warmuth. "Finding a Shortest Solution for the $N \times N$ Extension of the 15-PUZZLE Is Intractable." AAAI. 1986.
- [8] Ratner, Daniel, and Manfred Warmuth. "The $(n-1)$ -puzzle and related relocation problems." Journal of Symbolic Computation 10.2 (1990): 111-137.
- [9] Johnson, W. Woolsey, and William Edward Story. "Notes on the" 15" puzzle."American Journal of Mathematics 2.4 (1879): 397-404.
- [10] Calabro, Chris. "Solving the 15-Puzzle." sign (a $[1, \dots, n]$) 2 (2005): 0.
- [11] Kondekar, Rohit, et al. "Iterative mapreduce based heuristic algorithm for solving N Puzzle." Computer & Information Science (ICCIS), 2012 International Conference on. Vol. 1. IEEE, 2012.

Protein folding simulations using ECEPP force field with single-solution-based metaheuristics

Berat Doğan

Department of Biomedical Engineering
Inonu University
Malatya, Turkey
berat.dogan@inonu.edu.tr

Tamer Ölmez

Department of Electronics and Communication Engineering
Istanbul Technical University
Istanbul, Turkey
olmezt@itu.edu.tr

Abstract—In this study, the ECEPP force field is combined to the single-solution-based metaheuristics, simulated annealing and the vortex search algorithms, for protein folding simulations. A number of proteins are selected from the PDB database to evaluate the performance of the algorithms. Experimental results showed that both of the algorithms are trapped into local minimum points and thus failed to find experimentally determined folds of the selected proteins. In comparison to vortex search algorithm, simulated annealing algorithm can find lower energy conformations. However, since the energy surface of the ECEPP force field function contains a number of local minimum points, even the lower energy values found by the simulated annealing algorithm are usually corresponds to three-dimensional structures which are different from the experimentally determined ones.

Index Terms—ECEPP force field, metaheuristics, protein folding, SMMP.

I. INTRODUCTION

Proteins are sequences of amino acids that chain together via peptide bonds. Therefore, proteins are also known as polypeptides. Once synthesized, all proteins fold into a unique three-dimensional structure which enables them to perform some biological tasks. It is known that, the resulting folds (three-dimensional structures) of the proteins are the minimum free energy conformations. However, it is not known how a protein can choose the minimum energy fold among all possible folds. This process is known as the protein folding process (or problem) and it is one of the most widely studied problem within the bioinformatics community.

Experimental methods such as X-ray crystallography and nuclear magnetic resonance (NMR) spectroscopy are currently used to determine three-dimensional structures of the proteins. However, these methods are not only time consuming but also expensive and labor intensive [1]. Moreover, these methods have some restrictions. For example, X-ray crystallography requires the protein or the protein complex under study to form a reasonably well ordered crystal, a feature that is not universally shared by proteins. NMR spectroscopy needs proteins to be soluble and there is a limit to the size of protein that can be studied [2]. Some proteins (like membrane proteins) are not easily accessible. This situation further complicates the crystallization or solvation process. As a

result of these restrictions, the gap between the experimentally resolved number of protein structures to the known protein sequences dramatically increases. Recently, to fill up this gap, a number of computational methods are proposed as an alternative to the experimental methods.

Computational methods can be categorized into two main groups: Comparative modeling, and ab initio methods. Comparative modeling utilizes existing databases of experimentally determined protein structures. However, in the ab initio models, proteins structures are determined from solely their amino acid sequences. The ab initio method models physical interactions of amino acids in a polypeptide chain to determine the structure. To model the physical interactions, a potential energy function is formed. In some of these models, interactions with the surrounding solvent are also included. The potential energy function must be accurate enough to capture the important interactions yet simple enough, so that calculations can be performed with today's computational power in real time [3]. For this purpose a number of force fields with different resolutions (including the simple coarse-grained methods and the detailed all-atom models) are proposed. All force-fields have its own energy function to be optimized to determine the native structure of a given amino acid sequence. It is accepted that, the native structure of an amino acid sequence is the configuration that minimizes the given energy function.

In literature, there exist a number of well-known force fields such as AMBER [4], CHARMM [5], and ECEPP [6] etc. proposed for ab-initio protein structure prediction. Clearly, the wide variety for force fields available indicates that one should carefully choose which is the most appropriate for a particular application. However, the general purpose of a force field is to use a variety of energy functions to accurately describe a range of molecular properties and inter molecular interactions [7].

In this study, the ECEPP (Empirical Conformational Energy Program for Peptides) force-field is utilized to determine the three-dimensional structure of the proteins from their primary amino-acid sequences. The ECEPP force-field is chosen because, it is computationally less expensive than the others and it is much simpler to integrate this force-field to the single-solution-based metaheuristics, Simulated Annealing

(SA) [8] and the Vortex Search algorithm (VS) [9], used in this study.

II. METHODOLOGY

The most straightforward way of simulating the protein folding process is to use an all-atom model in conjunction with a force field. A force field is a collection of equations and parameters for use in determining the potential energy of a system [7]. A basic force field includes the energies arise from the deformations of covalent bonds as well as van der Waals interactions, charge-charge interactions, hydrogen bonds, and so on.

In this study, a relatively simple force field, the ECEPP force field [6], is used to determine the three-dimensional structures of the proteins. In the ECEPP force field, the lengths of covalent bonds, along with the bond angles, are taken to be constant at their equilibrium value, and the independent degrees of freedom become the torsional angles of the system. The potential energy function is the sum of the electrostatic term E_C , Lennard-Jones term (or van der Waals) E_{LJ} , and the hydrogen-bonding term E_{HB} for all pairs of peptides, together with the torsion term E_{tor} for all torsion angles (Eqs. 1-5).

$$E = E_C + E_{LJ} + E_{HB} + E_{tor} \quad (1)$$

$$E_C = \sum_{(i,j)} \frac{332q_i q_j}{\epsilon r_{ij}} \quad (2)$$

$$E_{LJ} = \sum_{(i,j)} \left(\frac{A_{ij}}{r_{ij}^{12}} - \frac{B_{ij}}{r_{ij}^6} \right) \quad (3)$$

$$E_{HB} = \sum_{(i,j)} \left(\frac{C_{ij}}{r_{ij}^{12}} - \frac{D_{ij}}{r_{ij}^{10}} \right) \quad (4)$$

$$E_{tor} = \sum_l U_l (1 \pm \cos(\eta_l \chi_l)) \quad (5)$$

where r_{ij} is the distance between atoms i and j , and χ_l is the torsion angle for chemical bond l . The bond lengths and bond angles (which are hard degrees of freedom) are fixed at experimental values, and dihedral angles φ, ψ, ω and χ_i are independent variables. The various parameters ($q_i, A_{ij}, B_{ij}, C_{ij}, D_{ij}, U_l$ and η_l) were determined by a combination of a priori calculations and minimization of the potential energies of the crystal lattices of single amino acids [11].

A. The SMMP software package

The SMMP (Simple Molecular Mechanics for Proteins) is a software package developed for the simulation of proteins which implements ECEPP and FLEX force fields. The first SMMP package were presented in 2001 by Eisenmenger et. al [11]. After then, two improved versions of the SMMP software package has also been proposed [12-13].

The initial package was developed in Fortran and it implements both the ECEPP/2 and ECEPP/3 force fields. In the initial package, a set of energy minimization routines and modern Monte Carlo algorithms were also included. The package is fast and can easily be exploited even on a single PC. Thus, it allows researchers and students in a simple and inexpensive way to become familiar with protein simulation techniques.

In the last version SMMP v3.0 of the software package [13], Python bindings are also added to provide an access to the software package from Python. In this version, a Pearu Peterson's program f2py, which is part of SciPy, is used to create Python bindings to SMMP. If f2py is installed, make pybind will build the Python bindings. The bindings are stored in the library file smmp.so, which is completely self contained. In Fig.1, the hierarchy of Python software development by using the SMMP software package is provided.

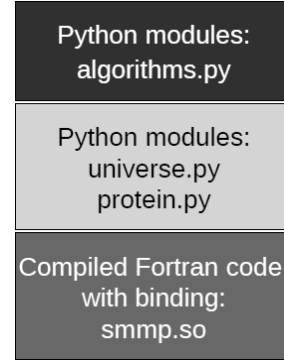


Fig.1. The hierarchy of Python software development by using the SMMP software package.

In this study, by utilizing the Python binding tools provided in the SMMP package, the Vortex Search and Simulated Annealing algorithms are implemented in Python under the Linux Mint 16.0 and then combined to the SMMP package to determine the three-dimensional structures of the proteins.

III. COMPUTATIONAL RESULTS

In the experiments, Met-enkephalin along with the some other peptides are used to evaluate the performance of the SA and VS algorithms on the protein folding problem by using ECEPP/3 potential. Met-enkephalin (PDB:1PLW), is the most widely used peptide in all atom model simulations. It has a short sequence of Tyr-Gly-Gly-Phe-Met. Lowest energies of Met-enkephalin without explicit solvation effects were previously determined based on the ECEPP potentials (ECEPP/2 and ECEPP/3) [14]. A list of all peptides used in the experiments and their amino acid sequences are provided in Table 1. Experiments are performed with an Intel 1.86 GHz 2GB RAM notebook under the Linux Mint 16.0 environment. The VS and SA algorithms are coded in Python by using PyCharm Community Edition and used in conjunction with the SMMP software package.

TABLE I. A LIST OF PEPTIDES USED IN THE EXPERIMENTS

PDB ID	Seq. Length	Sequence Information
1PLW	5	Tyr-Gly-Gly-Phe-Met
1UAO	10	Gly-Tyr-Asp-Pro-Glu-Thr-Gly-Thr-Trp-Gly
1C98	10	Gly-Asn-Leu-Trp-Ala-Thr-Gly-His-Phe-Met
1QCM	11	Gly-Ser-Asn-Lys-Gly-Ala-Ile-Ile-Gly-Leu-Met

In Table 2, results found by the SA and VS algorithms are given for the Meth-enkephalin (1PLW) peptide along with the result corresponding to the best known minimum free energy.

TABLE II. INTERNAL COORDINATES CORRESPONDING TO THE ENERGIES FOUND BY SA AND VS ALGORITHMS FOR THE PEPTIDE 1PLW (MET-ENKEPHALIN)

	Torsion	Minimum	SA algorithm	VS algorithm
Tyr ¹	χ_1	-173.2	70.364	-59.613
	χ_2	-100.7	-85.486	94.703
	χ_6	13.7	-26.352	0.369
	φ	-83.1	163.809	69.953
	ψ	155.8	-2.675	18.808
	ω	-177.1	-166.982	176.273
Gly ²	φ	-154.2	95.379	81.931
	ψ	85.8	-155.061	-70.399
	ω	168.5	177.257	-177.989
Gly ³	φ	83.0	63.721	-67.857
	ψ	-75.0	-99.246	-28.371
	ω	-170.0	-179.445	177.434
Phe ⁴	χ_1	58.9	173.772	63.413
	χ_2	-85.5	-116.357	-83.215
	φ	-136.8	-74.466	-154.350
	ψ	19.1	-25.789	155.731
	ω	-174.1	-176.641	-177.159
Met ⁵	χ_1	52.9	-65.781	57.546
	χ_2	175.3	-174.501	-172.156
	χ_3	-179.9	179.875	84.865
	χ_4	-178.6	59.883	-59.775
	φ	-163.4	-89.994	-167.953
	ψ	160.8	118.580	-11.286
	ω	-179.8	-172.214	-179.698
E (kcal/mol)		-12.43	-7.99	-7.13

As shown in this table, the SA algorithm performs better than the VS algorithm for the protein folding problem. However, both of the algorithms fail to find the best known minimum energy of the 1PLW peptide obtained by the ECEPP/3 potential. In Fig.2 a-d, experimentally determined structure of the 1PLW is shown along with the structure with the best

known minimum energy, the structure found by the VS algorithm, and the structure found by the SA algorithm.

In Fig.3 a-c, Fig.4 a-c and Fig.5 a-c, obtained structures for the 1UAO, 1C98 and 1QCM peptides are respectively given along with the PDB structures of each peptide. As shown from these figures, SA algorithm performs better than the VS algorithm for all of the peptides and obtained results by the SA algorithm is more similar to the experimentally determined PDB structure when compared to the structures those found by the VS algorithm. Note that, obtained energy values for both the SA and the VS algorithms presumably are not the minimum free energies of these peptides. Therefore, the minimum free energy conformations of these peptides may be quite similar to the experimentally determined PDB structures of these peptides.

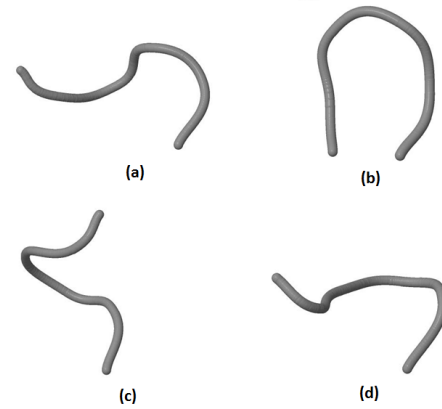


Fig.2. (a) Experimentally determined structure of the 1PLW. (b) Structure with the best known minimum free energy. (c) Best structure found by the SA algorithm (d) Best structure found by the VS algorithm.

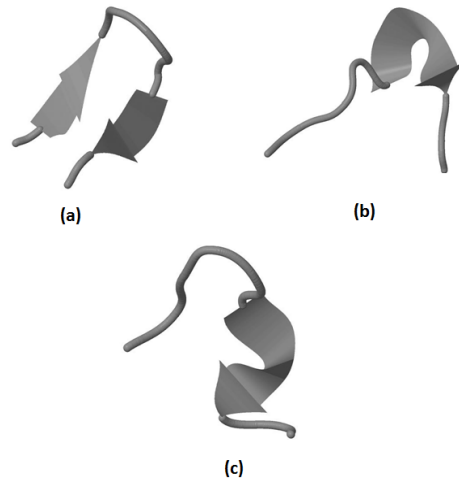


Fig.3. (a) Experimentally determined structure of the 1UAO. (b) Best structure found by the SA algorithm, E = -69.70 kcal/mol. (c) Best structure found by the VS algorithm, E = -44.16 kcal/mol.

In Fig.6, average computational time of 10,000 iterations performed by the SA and VS algorithms is also provided for

each peptide. As shown from this figure, the VS algorithm is rapid than the SA algorithm. Especially for the peptide 1QCM, the required computational time for the SA algorithm is doubled the VS algorithm. For the 1QCM peptide, the number of torsion angles is higher than the other peptides which increase the problem dimension for this particular peptide. As the problem dimension increases, the SA algorithm requires more computational time to perform 10,000 iterations when compared to the VS algorithm.

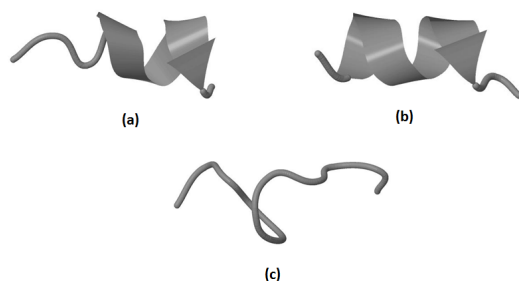


Fig.4. (a) Experimentally determined structure of the 1C98. (b) Best structure found by the SA algorithm, $E = -50.51$ kcal/mol. (c) Best structure found by the VS algorithm, $E = -32.84$ kcal/mol.

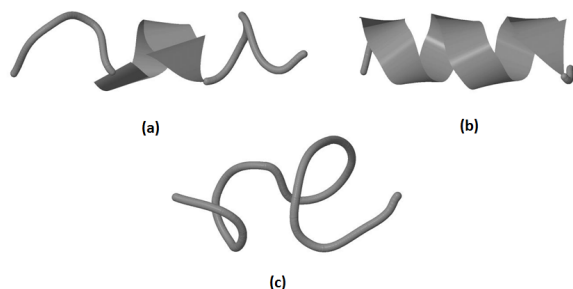


Fig.5. (a) Experimentally determined structure of the 1QCM. (b) Best structure found by the SA algorithm, $E = -36.67$ kcal/mol. (c) Best structure found by the VS algorithm, $E = -23.12$ kcal/mol.

IV. CONCLUSION

In this study, a comparison of two single-solution-based metaheuristics, SA and VS algorithms are performed on the protein folding simulations of short peptides selected from the PDB database. In simulations, potential energy function of the ECEPP force-field is utilized to find the optimal folds of the selected peptides. Experimental results showed that, single-solution-based metaheuristics can easily be trapped into local minimum points and thus, are not able to find the correct folds of the selected peptides.

Energy landscapes of even the simple coarse-grained force-fields have enormous number of local minimum points. These highly rough energy surfaces make the protein folding problem complicated when compared to some of the other real-world optimization problems. In the future studies, new methods will be searched to improve the obtained results.

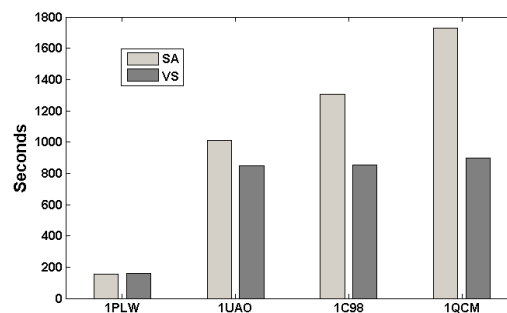


Fig.6. Average computational time of 10,000 iterations performed by the SA and VS algorithms for each peptide.

REFERENCES

- [1] Hoque Md T., "Genetic algorithm for Ab initio protein structure prediction based on low resolution models," PhD Thesis, Monash University, 2008.
- [2] Tramontano A., and Arthur M. L., "Protein structure prediction: concepts and applications", Weinheim: Wiley-VCH, 2006.
- [3] Nancias M., "Protein Folding with Coarse-Grained Off-Lattice Models of the Polypeptide Chain," PhD Thesis, Cornell University, 2005.
- [4] Weiner P. K., and Kollman P.A., "AMBER: Assisted model building with energy refinement. A general program for modeling molecules and their interactions," *Journal of Computational Chemistry*, 2.3, 287-303, 1981.
- [5] Brooks B. R., et al., "CHARMM: A program for macromolecular energy, minimization, and dynamics calculations," *Journal of computational chemistry*, 4.2, 187-217, 1983.
- [6] Momany F. A., et al., "Energy parameters in polypeptides. VII. Geometric parameters, partial atomic charges, nonbonded interactions, hydrogen bond interactions, and intrinsic torsional potentials for the naturally occurring amino acids," *The Journal of Physical Chemistry*, 79.22, 2361-2381, 1975.
- [7] Jiao Y., "The development of accurate force fields for protein simulation," PhD Thesis, Kansas State University, 2012.
- [8] Kirkpatrick S., DG Jr., and Vecchi MP., "Optimization by simulated annealing," *Science*, 220.4598, 671-680, 1983.
- [9] Doğan B., and Ölmez T., "A new metaheuristic for numerical function optimization: Vortex Search algorithm," *Information Sciences*, 293, 125-145, 2015.
- [10] Eisenmenger F., and Hansmann U HE., "Variation of the Energy Landscape of a Small Peptide under a Change from the ECEPP/2 Force Field to ECEPP/3," *The Journal of Physical Chemistry B*, 101.16, 3304-3310, 1997.
- [11] Eisenmenger F., et al., "[SMMP] A modern package for simulation of proteins," *Computer physics communications*, 138.2, 192-212, 2001.
- [12] Eisenmenger F., et al., "An enhanced version of SMMP—open-source software package for simulation of proteins," *Computer physics communications*, 174.5, 422-429, 2006.
- [13] Meinke J. H., et al., "SMMP v. 3.0—simulating proteins and protein interactions in Python and Fortran," *Computer Physics Communications*, 178.6, 459-470, 2008.
- [14] Zhan L., Chen J. ZY., and Liu WK., "Conformational study of met-enkephalin based on the ECEPP force fields," *Biophysical journal*, 91.7, 2399-2404, 2006.

Gri Seviye Eş-oluşum Matris ve Yapay Sinir Ağı ile Uzaktan Algılama Görüntülerinde Havaalanı Tespiti

Airport Detection in Remote Sensing Images Using Gray Level Co-occurrence Matrix and Artificial Neural Network

Ümit BUDAK

Mühendislik Fakültesi
Elektrik – Elektronik Mühendisliği
Bölümü
Bitlis Eren Üniversitesi
Bitlis, Türkiye
ubudak@beu.edu.tr

Abdulkadir ŞENGÜR

Teknoloji Fakültesi
Elektrik - Elektronik Mühendisliği
Bölümü
Fırat Üniversitesi
Elazığ, Türkiye
ksengur@firat.edu.tr

Muzaffer ASLAN

Gazi Endüstri Meslek Lisesi
Elektronik Bölümü
Elazığ, Türkiye
Muzaffer.aslan@gmail.com

Özetçe—Bu çalışmada, yüksek çözünürlüklü Uzaktan Algılama Görüntülerinde (UAG) havaalanı tespiti için yeni bir yöntem sunulmuştur. Bu yöntem iki adımda gerçekleştirilmektedir. Birinci adımda aday havaalanların tespiti için Çizgi Parçası Algılayıcısı (CPA) tabanlı yaklaşım kullanılmıştır. İkinci adımda ise öznetelikler Gri Seviyeli Eş-oluşum Matrisi (GSEM) ile çıkarılmıştır. Çalışmanın başarımını test etmek için iyi bir öğrenme makinesi olan Yapay Sinir Ağı (YSA) modeli kullanılmıştır. Elde edilen sonuca göre önerilen yöntemin %88'lik bir başarıma sahip olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler— Havaalanı tespiti, Gri Seviye Eş-oluşum Matrisi, Yapay Sinir Ağı.

Abstract—In this study, a new method is introduced for airport detection in high resolution Remote Sensing Images (RSIs). This method is performed in two steps. In the first step, Line Segment Detector (LSD) based approach is used for detection of candidate airports. In the second step, features of candidate regions are extracted with Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM). Artificial Neural Network (ANN) model which is a good learning machine is employed for testing the performance of the study. According to the obtained result, it's seen that proposed method has an 88% accuracy.

Index Terms—Airport Detection, Gray Level Co-occurrence Matrix, Artificial Neural Network.

I. GİRİŞ

Yüksek çözünürlüklü uzaktan algılama görüntüleri, yapay görme, görüntü tanıma ve yapay zeka kullanan, nesne algılama uygulamalarına olanak sağlamaktadır. Binalar, köprüler, yollar, nehirler, gemiler ve ormanlar genellikle bu uygulamalarda konu olmuş önemli nesnelerdir. Son zamanlarda havaalanı algılama konusu, sivil ve askeri uygulamalar sebebiyle oldukça önem kazanmıştır. Ancak uzaktan algılama görüntülerinde havaalanı tespiti, yerleşim düzenlerinin farklı olmasından ve arka plan karmaşıklıklarından dolayı kolay değildir [1,2].

Literatürde araştırmacıların havaalanı algılama problemlerine genellikle iki farklı şekilde yaklaştığı

gözlenmiştir [2]. Bu yaklaşımlardan ilkinin çizgi tabanlı yöntemler, ikincisini ise doku ve görüntü bölütleme tabanlı yöntemler oluşturmaktadır [1,3]. Çizgi tabanlı yaklaşımlarda, havaalanı yollarını karakterize etmek için kenar ya da çizgi bilgisi kullanılmaktadır. Örneğin Kou ve arkadaşları, düz çizgileri belirlemek için CPA tabanlı bir havaalanı algılama yaklaşımı önermişlerdir. Önceden belirlenmiş bir kriteri karşılayan çizgi parçaları birleştirilerek havaalanı yolları belirlenmiştir [4]. Doku ve görüntü bölütleme tabanlı yaklaşımlar renk veya doku bilgisini havaalanlarını tespit etmede kullanırlar [1]. Bu yöntemler genellikle bir sonraki aşamada havaalanı olan ya da olmayan bölgeleri örneklemek için kullanılır. Ancak bu yaklaşımlar test aşamasında yüksek hesaplama karmaşıklığından dolayı yavaşırlar. Son zamanlarda etkili havaalanı tespiti için çizgi ve bölütleme yöntemlerini birlikte kullanan birçok yeni yaklaşım geliştirilmiştir [5-7]. Örneğin [7]'de Zhu ve arkadaşları havaalanı tespiti için iki yönlü bir DÇ yöntemi önermiştir. Bu yaklaşımda potansiyel havaalanı bölgelerini belirleyebilmek için hem CPA hem de Grafik Tabanlı Görsel Dikkat Çekerlik (GTGDÇ) [8] modeli kullanılmıştır. Benzer bir çalışma Qu ve arkadaşları tarafından önerilmiştir [6]. Kısa ve eğri kenarların elenerek geriye kalan uzun düz çizgilerin potansiyel havaalanı olarak korunduğu çalışma başarılı sonuçlar üretmiştir. Havaalanı ve havaalanı olmayan potansiyel bölgelerin sınıflandırılması dokusal özellikler kullanılarak sağlanmıştır. [5]'teki çalışmada havaalanı tespiti için HD ve GTGDÇ yöntemleri birleştirilmiştir. Yaklaşım HD ile başladıktan sonra DÇH'nı hesaplamak ve muhtemel havaalanı bölgelerini çıkarmak için geliştirilmiş GTGDÇ yöntemi uygulanmıştır. Son olarak Ölçekten Bağımsız Öznetelik Dönüşümü (ÖBÖD) özellikleri ve hiyerarşik diskriminant regresyon (HDR) ağacı sınıflandırıcısı ile havaalanları belirlenmiştir. Tao ve arkadaşları da aday havaalanlarının özellikleri açısından ÖBÖD özelliklerini kullanmıştır [9]. Önerilen yaklaşım bölütlenmiş bölgeler ile ÖBÖD özelliklerini birleştirmektedir. Son olarak istatistiksel özneteliklerle ile havaalanı tespiti

sağlanmaktadır.

Bu çalışmanın ilk aşamasında UAG'lerden muhtemel havaalanlarının tespiti sağlanmıştır. Bu sebeple Kaynak [10]'da Budak ve arkadaşları tarafından geliştirilmiş ÇPA tabanlı yöntem kullanılmıştır. Algoritma ÇPA ile başladıktan sonra elde edilen çizgilerden kısa olanlar elenmektedir. Ardından çizgi parçaları arasında ilişkilendirme yapmak için etiketleme prosedürü uygulanmaktadır. Düzenleme ve bağlama aşamalarından sonra tekrar etiketleme prosedürü gerçekleştirilmektedir. Algoritmanın son aşamasında ise çok kısa ve çok uzun çizgi parçaları elimine edilmektedir. İkinci aşamada görüntüdeki öznitelikleri çıkarmak için görüntü üzerinde 5×5 boyutlarında bir pencere gezdirilerek pencerenin merkezindeki her piksel için 0°, 45°, 90° ve 135° yönlerinde 4 adet Gri Seviye Eş-oluşum Matris (GSEM) hesaplanmıştır [11]. Elde edilen GSEM'lerden her bir yön için 22 adet öznitelik elde edilmiştir [12]. Başarımın test edilebilmesi amacıyla Yapay Sınır Ağı (YSA) sınıflandırıcısı kullanılmıştır.

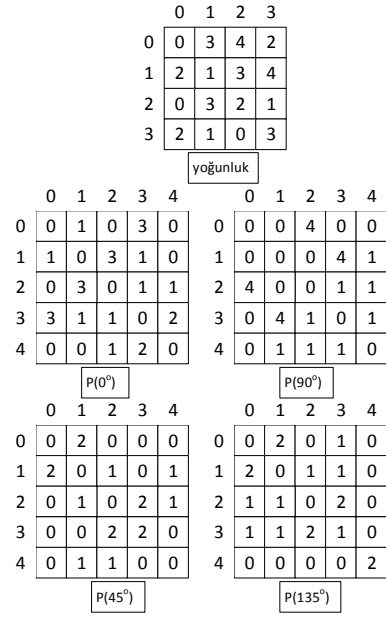
Çalışmanın geri kalan kısmı olan Bölüm 2'de GSEM, Bölüm 3'te deneysel sonuçlar açıklanmıştır. Son olarak ta Bölüm 4'te ise elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır.

II. GRI SEVİYE EŞ-OLUŞUM MATRİSİ

Doku sınıflandırması için en basit yaklaşımlardan biri, bir imgenin ya da bölgenin histogramlarının istatistiksel büyüklükleri kullanmaktır [13]. Hesaplama histogramın kullanılması sadece yoğunlukların dağılımı hakkında bilgi vermesine karşın dokudaki piksellerin konumlarının birbiri ile ilişkileri hakkında bilgiye ulaşılamamaktadır. Eş-oluşum matrisi gibi istatistiksel bir yaklaşımı kullanmak bu problemlerin üstesinden gelinmesine yardımcı olmaktadır.

N×N boyutlu bir I imgesine ait P eş-oluşum matrisi aşağıdaki gibi gösterilmektedir:

$$P(i, j) = \sum_{x=1}^N \sum_{y=1}^N \begin{cases} 1, & I(x, y) = i \text{ ve } I(x + \Delta_x, y + \Delta_y) = j \text{ ise} \\ 0, & \text{diğer durumlar için} \end{cases} \quad (1)$$



Şekil 1. 5 seviye ve P(0°), P(45°), P(90°), P(135°) yönleri için eş-oluşum matris üretimi.

Burada (Δ_x , Δ_y) piksel alanı ve onun komşuluğu arasındaki mesafeyi belirten parametredir. Ofset vektörünü 180° olmayacak şekilde seçerek (0° ile aynıdır) aynı resmin döndürülmüş biçiminde farklı eş-oluşum matrisleri elde edilmektedir. Bu sayede matrisin farklı açılar ile elde edilmesiyle öznitelige dönmeden bağımsızlık kazandırılmış olmaktadır. Genelde 4 yönde eş-oluşum matrisi elde edilmektedir. 0° için [0 Δ]: P yatay, 45° için [-Δ Δ]: p sağ diyagonal, 90° için [-Δ 0]: P dikey ve 135° için ise [-Δ -Δ]: P sol diyagonal Δ mesafe parametresi kullanılmaktadır.

{ [0 1], [-1 1], [-1 0], [-1 -1] } ofset değerleri ve 5×5 lik bir pencere için Bir pikselin 4 yönlü komşuluğu olarak adlandırılan Eş-oluşum matris üretiminin detayları şekil 1'de gösterilmiştir.

Şekilden de görüleceği üzere eş-oluşum matrislerinde yatay, dikey ve diyagonal olarak komşu iki pikselin birbirini ne sıklıkta tekrarladığının bilgisine erişilmektedir. Nihayet matrisler oluşturulmuştur ve her yön için üretilen matrislerden 22 adet öznitelik oluşturulmuştur.

Öznitelik vektörlerine ait denklemler aşağıda gösterilmiştir; Otokorelasyon [15]:

$$\sum_{i,j=1}^{N_g} (ij)p(i, j)$$

Durağanlık [11, 15, Matlab]:

$$\sum_{n=0}^{N_g-1} n^2 \left\{ \sum_{i,j=1}^{N_g} p(i, j) \right\} \left\{ |i - j| = n \right\}$$

Korelasyon [Matlab]:

$$\frac{\sum_{i,j=1}^{N_g} (A_{ij} - \bar{A})(G_{ij} - \bar{G})}{\sqrt{\left(\sum_{i,j=1}^{N_g} (A_{ij} - \bar{A})\right)^2 \left(\sum_{i,j=1}^{N_g} (G_{ij} - \bar{G})\right)^2}}$$

Burada A ve G aynı boyutlu vektör ve $\bar{A}$ ve $\bar{G}$ ise A ve G'nin ortalamalarıdır.

Korelasyon [11,15]:

$$\frac{\sum_{i,j=1}^{N_g} (ij)p(i,j) - \mu_x\mu_y}{\sigma_x\sigma_y}$$

Burada μ_x μ_y sigma x y , p_x ve p_y nin ortalaması ve standart sapmasıdır.

Küme belirginliği [15]:

$$\sum_{i,j=1}^{N_g} (i + j - \mu_x - \mu_y)^4 p(i,j)$$

Küme tayfi [15]:

$$\sum_{i,j=1}^{N_g} (i + j - \mu_x - \mu_y)^3 p(i,j)$$

Benzemezlik [15]:

$$\sum_{i,j=1}^{N_g} |i - j| p(i,j)$$

Enerji (ikinci mertebeden moment) [11,15]:

$$\sum_{i,j=1}^{N_g} \{p(i,j)\}^2$$

Entropi [15]:

$$-\sum_{i,j=1}^{N_g} p(i,j) \log(p(i,j))$$

Homojenlik [15]:

$$\sum_{i,j=1}^{N_g} \frac{1}{1 + (i - j)^2} p(i,j)$$

Homojenlik [Matlab]:

$$\sum_{i,j=1}^{N_g} \frac{1}{1 + |i - j|^2} p(i,j)$$

Maksimum olasılık [15]:

$$\underset{i,j}{MAX} p(i,j)$$

Kareler toplamı (varyans) [11]:

$$\sum_{i,j=1}^{N_g} (i - \mu)^2 p(i,j)$$

Ortalama toplamı [11]:

$$\sum_{i=2}^{2N_g} i p_{x+y}(i)$$

Varyans toplamı [11]:

$$\sum_{i=2}^{2N_g} (i - var. top.)^2 p_{x+y}(i)$$

Entropi toplamı [11]:

$$-\sum_{i=2}^{2N_g} p_{x+y}(i) \log\{p_{x+y}(i)\}$$

Varyans farkı [11]:

p_{x-y} 'nin varyansı.

Entropi farkı [11]:

$$-\sum_{i=0}^{N_g-1} p_{x-y}(i) \log\{p_{x-y}(i)\}$$

Korelasyon bilgi ölçüsü 1 [11]:

$$\frac{HXY - HXY_1}{\max\{HX, HY\}}$$

Korelasyon bilgi ölçüsü 2 [11]:

$$(1 - \exp[-2[(HXY' - HXY)])^{1/2}$$

$$HXY = -\sum_{i,j=1}^{N_g} p(i,j) \log(p(i,j))$$

Ters fark [16]:

$$\sum_{i,j=1}^{N_g} \frac{C_{ij}}{1 + |i - j|}$$

$$C_{ij} = \frac{p(i,j)}{\sum_{i,j=1}^{N_g} p(i,j)}$$

Normalize edilmiş ters fark [16]:

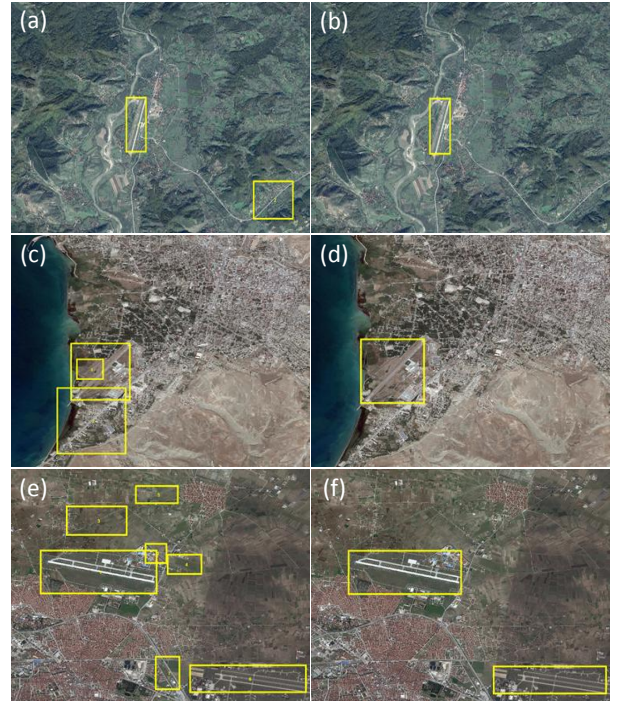
$$\sum_{i,j=1}^{N_g} \frac{C_{ij}}{1 + |i - j|^2 / N_g^2}$$

Normalize edilmiş ters fark moment [16]:

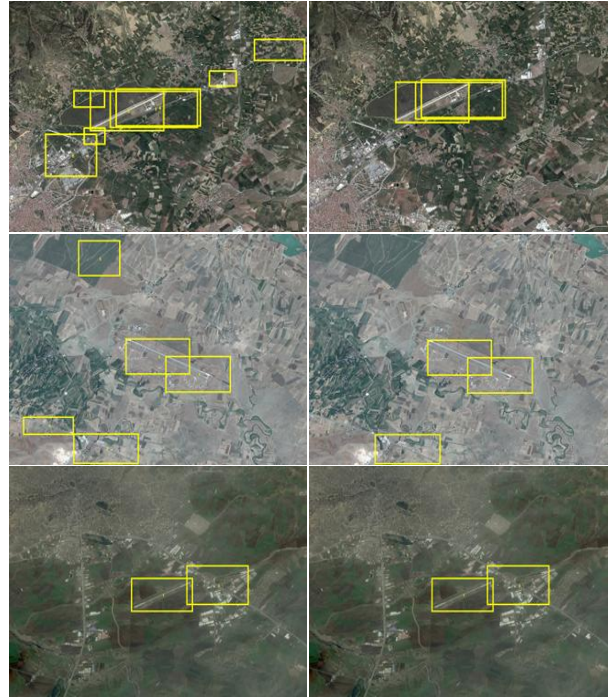
$$\sum_{i,j=1}^{N_g} \frac{C_{ij}}{1 + (i - j)^2 / N_g^2}$$

III. DENEYSEL SONUÇLAR

Önerilen yöntemi test etmek için içerisinde havaalanı bulunan 92 adet UAG kullanılmıştır. Bu görüntülerin her biri 3000×2000 boyutunda ve 1m çözünürlüğe sahiptir. ÇPA tabanlı yaklaşım ile toplamda 653 adet aday havaalanı bulunmuştur. Bu adaylardan içerisinde havaalanı bölgesinin %40'ı ya da daha fazlasını ihtiva edenler "1", diğer durumlar için "0" olarak etiketlenmiştir. Daha sonra her adaydan 0°, 45°, 90° ve 135° açı değerleri için 4 adet eş-oluşum matrisi elde edilmiştir ve bu matrislerden kaynak [12]'de kullanılan 22 adet öznitelik çıkarılmıştır. Bu sayede 2612×22 boyutlu öznitelik vektörü elde edilmiş olmaktadır. Çalışmanın başarımını test etmek için YSA modeli tercih edilmiştir. Çıkarılan öznitelikler 10 parçaya bölünerek her bir parçanın test edildiği çapraz doğrulama gerçekleştirilmiştir. Eğitim fonksiyonu Levenberg-Marquardt, performans fonksiyonu ortalama karesel hata ve gizli katman sayısı 3 olarak kullanılmıştır. Gizli katmandaki nöron sayıları sırasıyla 20, 20, 10'dur. Bu parametreler başarımın en iyi olduğu değerlerdir ve defalarca denemeler sonucunda elde edilmiştir. ÇPA tabanlı yaklaşım ile bulunmuş bazı havaalanı aday bölgeleri ve sınıflandırıcı sonucunda doğru bulunan havaalanları Şekil 2'de gösterilmiştir. Ancak tüm UAG'lerde aynı başarım sağlanamamıştır. Şekil 3'te bu durum gösterilmiştir.



Şekil 2. Başarılı havaalanı tespit örnekleri: (a) ve (b) Zonguldak, (c) ve (d) Van, (e) ve (f) Eskişehir (Sol sütun bulunan aday bölgeleri, sağ sütun sınıflandırıcı sonunda bulunan nihai havaalanları).



Şekil 3. Başarısız havaalanı tespit örnekleri: (a) Aday havaalanı bölgeleri, (b) Doğrulanmış havaalanı bölgeleri (başarısız tespitleri de içermektedir).

Önerilen yöntemin başarım sonucu Tablo 1'de verilmiştir. Ayrıca kaynak [14]'teki çalışma da kendi veri setimizde test edilip önerdiğimiz yöntem ile kıyaslanmıştır.

Tablo 1. Başarımın kıyaslanması.

Yöntem	Doğruluk
Önerilen Yöntem	% 88.0
Kaynak [14]	% 70.8
Kaynak [14] Uygulanmış	% 71.7

Tablodan da anlaşılacağı üzere önerdiğimiz yöntem %88'lik bir başarıma sahip iken kaynak [14]'deki çalışma başarımı %71.7'dir.

IV. SONUÇ

Bu çalışmada UAG'lerden havaalanı pistinin tespiti için çizgi ve doku tabanlı yeni bir yaklaşım önerilmiştir. Elde edilen başarımlar oldukça iyi olmasına rağmen ileriki çalışmalarda bu başarımları daha yukarılara çekebilmek için farklı dokusal özellikler araştırılacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] O. Aytekin, U. Zongur, and U. Halici, "Texture-based airport runway detection," *IEEE Geosci. Remote Sens. Lett.*, vol. 10, no. 3, pp. 471–475, May 2013.
- [2] W. Wang, L. Liu, C. B. Hu, and Y. M. Jiang, "Airport detection in SAR image based on perceptual organization," in *Proc. Int. Workshop M2RSM*, Jan. 2011, pp. 1–5.
- [3] X. Wang, B. Wang, and L. Zhang, "Airport detection in remote sensing images based on visual attention," in *Neural Information Processing*. Springer, 2011, pp. 475–484.
- [4] Kou, Zuyang, Zhenwei Shi, and Liu Liu. "Airport detection based on line segment detector." *Computer Vision in Remote Sensing (CVRS)*, 2012 International Conference on. IEEE, 2012.
- [5] X. Wang, Q. Lv, B. Wang, and L. M. Zhang, "Airport detection in remote sensing images: A method based on saliency map," *Cogn. Neurodyn.*, vol. 7, no. 2, pp. 143–154, Apr. 2013.
- [6] Y. Y. Qu, C. H. Li, and N. N. Zheng, "Airport detection base on support vector machine from a single image," in *Proc. 5th Int. Conf. Info., Commun. Signal Process.*, Los Alamitos, CA, USA, 2005, pp. 546–549.
- [7] Dan Zhu; Bin Wang; Liming Zhang, "Airport Target Detection in Remote Sensing Images: A New Method Based on Two-Way Saliency," *Geoscience and Remote Sensing Letters*, IEEE , vol.12, no.5, pp.1096,1100, May 2015.
- [8] J. Harel, C. Koch, and P. Perona, "Graph-based visual saliency," in *Proc. Adv. Neural Inf. Process. Syst.*, 2007, pp. 545–552.
- [9] C. Tao, Y. H. Tan, H. J. Cai, and J. W. Tian, "Airport detection from large IKONOS images using clustered SIFT keypoints and region information," *IEEE Geosci. Remote Sens. Lett.*, vol. 8, no. 1, pp. 128–132, Jan. 2011.
- [10] Budak, Ümit, et al. "Efficient Airport Detection Using Line Segment Detector and Fisher Vector Representation." (2016).
- [11] Haralick, Robert M., and Karthikeyan Shanmugam. "Textural features for image classification." *IEEE Transactions on systems, man, and cybernetics* 6 (1973): 610–621.
- [12] <https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/22187-gldcm-texture-features>. Last accessed. 28.06.2016
- [13] R. C. Gonzalez, R. E. Woods, Digital Image Processing, 3rd Ed. Prentice Hall, 2008.
- [14] Y. Y. Qu, C. H. Li, and N. N. Zheng, "Airport detection base on support vector machine from a single image," in *Proc. 5th Int. Conf. Inf., Commun. Signal Process.*, Los Alamitos, CA, USA, 2005, pp. 546–549.
- [15] Soh, L-K., and Costas Tsatsoulis. "Texture analysis of SAR sea ice imagery using gray level co-occurrence matrices." *IEEE Transactions on geoscience and remote sensing* 37.2 (1999): 780–795.
- [16] Clausi, David A. "An analysis of co-occurrence texture statistics as a function of grey level quantization." *Canadian Journal of remote sensing* 28.1 (2002): 45–62.

Realization of Sobel and Prewitt Edge Detection Algorithms on FPGA

Yaser Icer

Diyarbakır Technical Sciences Vocational School
Dicle University
Diyarbakır, Turkey
yaser.icer@dicle.edu.tr

Mustafa Turk

Department of Electrical and Electronic Engineering
Firat University
Elazığ, Turkey
mturk@firat.edu.tr

Abstract— In the image processing field edge detection has an important place. Today, it is a fact that the image processing used in many fields. Therefore, the applicability of edge detection process in the field is also has great importance. In this study, Sobel and Prewitt edge detection algorithms are provided using the verification and inspection on FPGA (Field Programmable Gate Arrays). Program files required for FPGA is prepared by Xilinx System Generator DSP blocks, which can work integrated with Matlab/Simulink. For this study; gray format images, which is stored on the computer has been sent to FPGA with USB configuration port interface on FPGA. Edge detection process is realized by moving subject images from the computer with the same connection to FPGA and then, Sobel and Prewitt algorithms are applied to the images on FPGA respectively. Edge detection process for the same images are performed by Simulink and FPGA board at the same time and then, edge detected images obtained from these two environment are compared and also it has been observed on the FPGA resource usage.

Index Terms— FPGA (Field Programmable Gate Arrays), Sobel, Prewitt, Matlab/Simulink, Xilinx System Generator, DSP (Digital Signal Processing)

I. INTRODUCTION

Today, with the development of image processing technology it is also used quite a lot. Most of our lives intertwined with a technological structure is wrapped in an image processing device is configured on. The algorithms used in this field of technology with the speed proportional manner are developing very rapidly. Work is done in many areas, I.e.; Security systems, traffic warning systems, microscopy and medical imaging systems, making use of image processing techniques such as remote sensing systems.

Edge detection located important area in image processing. Edge detection is one of the most important task of finding the image. Edges is the most important information in the image. Human visual system is based on the direct detection of edges [1]. To distinguish objects in the images, the display of details which can not be noticed with the naked eye, in situations such as edge detection algorithms to compare the two different patterns are used quite extensively. Haralick, found that the gradient value using the derivative value interpolation equation is found through applied on pixels in the direction of the gradient on the second derivative method caller has provided a transition

to zero [2]. Canny, the implementation of the operator derived from the Gaussian mask derivative based proposed a method [3]. Roberts is the first method used in image processing, Prewitt and Sobel operators are an example to the most appropriate operators [4]. Because image processing and edge detection processing speed for applications that require processing typically computer-based applications, DSP-based methods and FPGA's are used.

We can sort out some work done using image processing FPGA said. Chris and his friends for the detection of tumors in the brain images taken by MRI device, brands have benefited from Xilinx FPGA development board. Implemented on FPGA determined the tumor site with different filters. Create a system in which they work in a way that is integrated with Matlab, compared to other systems available in the literature, 50% less use of resources has been realized [5]. Rodriguez and colleagues while running real-time median filter design on FPGA, have created a system that enables visual identification of errors in production centers [6]. Nelson, a team using different FPGA hardware produced by the master's thesis on Xilinx and Altera company that performs morphological operations and convolution processing, receives the results were compared with the results produced by using MATLAB [7]. Nana and her friends while improving the resolution of an image taken using DSP with FPGA hardware have gained a clearer picture. In this process; They used the Xilinx Spartan-3 FPGA hardware configuration of the image and they have developed the resolution with DSP [8].

This article made a thorough research on the FPGA programmable logic devices and technologies and the basic operators used in edge detection Sobel and Prewitt operator of the implementation on FPGA and is provided to be examined. In this study, Matlab / Simulink and Xilinx System Generator can run Xilinx integrated DSP blocks in Simulink and Simulink blocks with the tool is used. Due to prepared system 256*256 gray formatted images on computer sent to Simulink and FPGA at the same time and Sobel and Prewitt operators were applied to the images. In prepared system, data transmission between computer and FPGA is provided with USB configuration port. FPGA's need to work *.bit extension program file has been created with the Xilinx System Generator. In practice,

Spartan3E XC3S1600 belonging to the company Xilinx FPGA device is used.

The following sections of this article consists of more than four sections. Scope of issues examined in this section are as follows: Section 2 in this article; edge detection, edge detection methods and general information about Sobel and Prewitt operators are given. At Section 3; information about Xilinx System Generator, which used for programming of FPGA board and Simulink DSP blocks are given. Section 4 in this article; implementation of Sobel and Prewitt edge detection operator on FPGA and Simulink side is explained in detail. Results and conclusion parts are shown in sections 5 and 6 respectively.

II. EDGE DETECTION

Visual system in humans is first trend detection edges in the image of the object located on any image. This is because the stationary location typically does not contain information. In an image, the image improvement is of great importance how important is the determination of the edges. Generally such high levels of image processing in the edge detection operators are implemented as a precursor [9]. Different features depending on optical and shape of an image leads to the formation of the edges. shape-based features in the appearance of the edges; changes in the direction of surface texture or color, object, borders, colors observed two objects sourced from the top are differences in the appearance and texture [10]. Edges which some of their optical properties are; the direct reflection light, shadows caused from a part of the same object or other objects, reflections arising from the intermediate part of the same object or other objects, texture or color variation [11].

One of the most efficient methods to detect edges in the image that exists is to identify instant gray value changes on the image. One of the main approaches used by many edge detection method which involves calculating the derivative locally. In the first derivative of the edges of the image locally reached the highest value, while the second derivative image in the edge of regional zero. 1st and 2nd derivatives are calculated for the image as a result of this, a local maximum and edges with the zero crossing points for the examination of the image is determined.

A. Sobel Algorithm

One of the fundamental edge detection operator is Sobel. This provides operators with the direction to make an efficient assessment as more independent gradient calculation based on more extensive use operators like Robert [12]. The basic idea underlying the creation of Sobel operator edge can be explained as follows. The total value of the gradient of a digital image to 3x3 neighborhood center and 4 formed in the direction vector is based on a function that is considered.

The vector sum of the gradient value ensures that the average value over the direction of the gradient measurement. If the density function really planar, all close all gradients in the neighborhood around that point will have the same value. Four gradient vector sum of the value is the same vector with a total of eight directional derivative vector. Sobel horizontal and vertical masks are given below.

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad G_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

B. Prewitt Algorithm

Prewitt edge operator is an operator that calculates the gradient vector at each point on the image pixels. Found the gradient vector magnitude edge image that made improvements, while the direction of the gradient vector gives the edge direction [13]. Prewitt operator edge gradient values using the two different masks in horizontal and vertical pixel on the image is calculated by convolution operation. The masks are used during this process include using difference equations of the first derivative. Prewitt horizontal and vertical masks are given below.

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad G_y = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

III. PROGRAMMING FPGA WITH XSG

Xilinx System Generator (XSG) is produced by the Xilinx DSP design tool. This software tool MATLAB model-based design environment that enables the use of Simulink for FPGA. System Generator using the design is carried out using hosts Xilinx special design blocks in DSP functions in Simulink. FPGA program file that is necessary for creating synthesis and placement/routing steps are automatically executed in this environment.

System Generator is working according to the Simulink model-based design methods. Usually, executable functions are created using standard Simulink blocks. This feature of System Generator is designed using floating point number system without function hardware details. System Generator uses the Xilinx DSP blocks in Simulink and automatically run to perform the core functions of a high degree of conformity of the connection required for the DSP blocks.

The Xilinx DSP block are accessed through the library operated with Matlab Simulink tool. Blocks can be made easily for the search process is divided into sub-categories. "Index" is keeping all blocks and sub-categories shortcuts to frequently used blocks, offers ease of use possibilities. DSP building blocks over 90 in the System Generator to design a DSP system is located. System Generator DSP blocks are located in Matlab/Simulink and its image windows is given in Fig. 1.

Standard Simulink models can be used with System Generator blocks. "Gateway In" and "Gateway Out" is defined as two blocks in Simulink simulation model and they define the input and output of the FPGA device is used. "Gateway In" block, converting floating point to fixed-point number type. "Gateway Out" is transforming the FPGA block out the double-precision number type. After FPGAs limits determined by the gateway blocks, DSP designs using the Xilinx DSP block can be realized. Standard Simulink blocks is not used between the "Gateway In" and "Gateway Out" blocks.

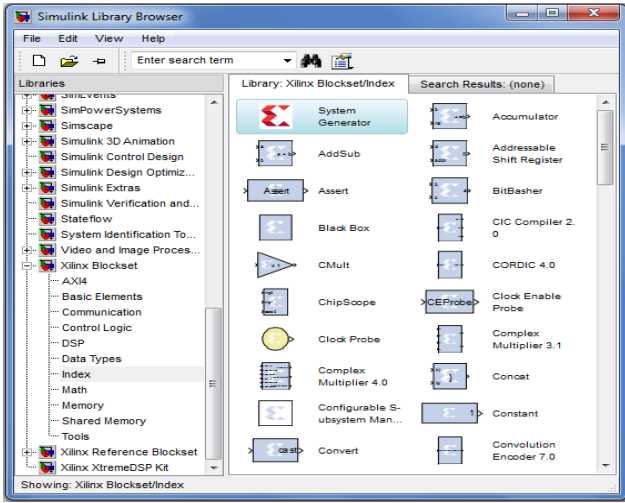


Fig. 1 System Generator DSP blocks in Matlab/Simulink

IV. PROPOSED DESIGN AND IMPLEMENTATION

The implementation of edge detection algorithms on FPGA realized in three steps, which are image pre-processing, image post-processing and edge detection with XSG. Addition to this, hardware implementation is realized by using XSG for preparation of programming file (*.bit) for FPGA. Fig. 2 shows system diagram for implementation of edge detection algorithms on FPGA.

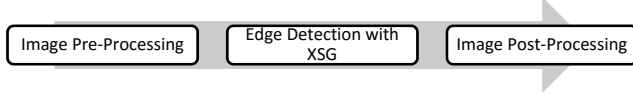


Fig. 2 System diagram for edge detection algorithms

A. Image Pre-Processing

During this process the data entry format of the “Gateway In” the block entry block for FPGA card in gray format image on a computer and converted into serial digital data format. Simulink blocks used in image pre-processing steps are given in Fig. 3.

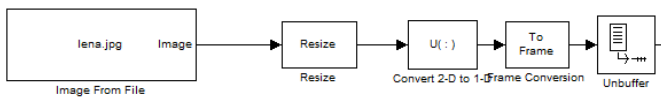


Fig. 3 Image pre-processing blocks

“Image from File” block converts image data to M by N matrix format, “Resize” block changes image matrix size (in this study it is 256*256), “Convert 2D to 1D” block converts two dimension matrix image data to one dimension, “Frame Conversion” block converts one dimension image data to frame by frame serial data, and “Unbuffer” block converts coming data to digital samples with high sampling rate.

B. Image Post-Processing

FPGA card with “Gateway Out” block of the output block to output data series because it is in digital format and can be monitored on a digital display that data in a serial format and

the image data is converted to two-dimensional image format. Simulink blocks used in image post-processing phase is given in Fig. 4.

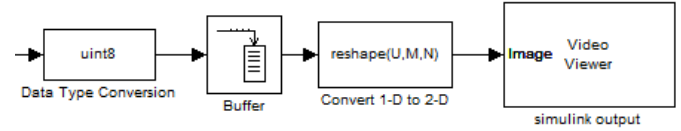


Fig. 4 Image post-processing blocks

“Data Type Conversion” block converts digital data to 8 bit unsigned integer format, “Buffer” block converts digital data to one dimensional serial data with low sampling rate, “Convert 1D to 2D” block converts one dimensional image data to two dimensional image matrix, and “Image Viewer” shows two dimensional image matrix as an image.

C. Hardware and Software Implementation

Hardware implementation is realised by using XSG block, which can be used for creating FPGA equivalent block on Simulink side. Software implementation is realised by using Xilinx DSP blocks on Simulink. Both hardware and software implementation is run at the same time on Simulink and FPGA. Fig. 5 shows hardware and software realisation of proposed design.

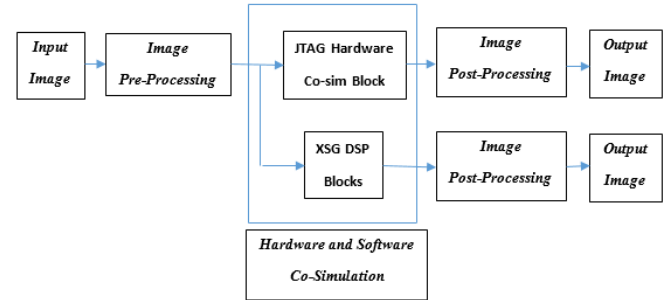


Fig. 5 Hardware and software realisation of proposed design

D. Edge Detection with XSG

In order to implementation of edge detection on FPGA, XSG DSP blocks on Simulink is used. Fig. 6 shows implementation diagram of Sobel and Prewitt algorithms.

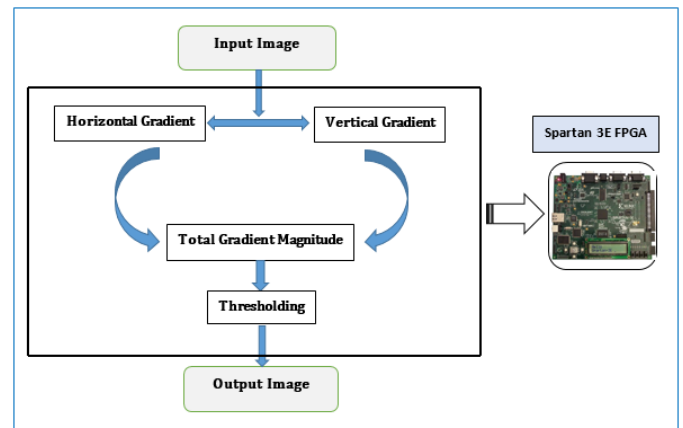


Fig. 6 Implementation diagram of Sobel and Prewitt algorithms

For implementation of Sobel operator, gradient calculation and thresholding operation is done XSG DSP blocks, which is shown in Fig. 7 and Fig. 8 respectively. Gradient calculation blocks give the convolution of Sobel mask coefficient with original image pixels and thresholding blocks give the binary edge detected image with respect to a threshold value.

Implementation of Prewitt operator is done same as Sobel operator. Because only the convolution coefficient of Prewitt mask is different from Sobel operator.

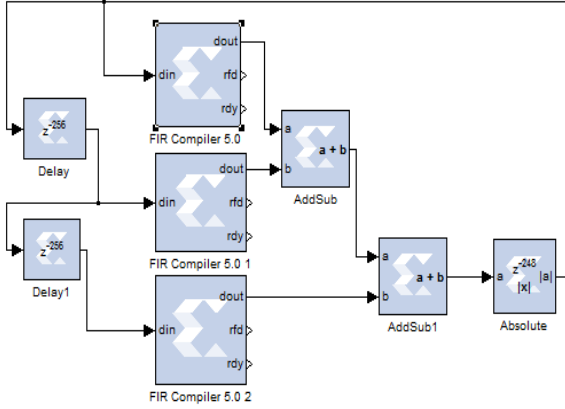


Fig. 7 Gradient calculation blocks

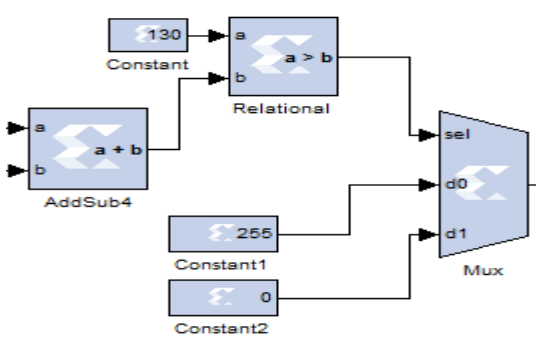


Fig. 8 Thresholding blocks

V. RESULTS

The implementation is completed by using Matlab and XSG (Xilinx System Generator) simulink blocksets. This method has been tested on some standard test image like 'Lena'. Fig. 9 shows edge detected images, which are detected by Matlab/Simulink and FPGA board for Sobel and Prewitt algorithms.

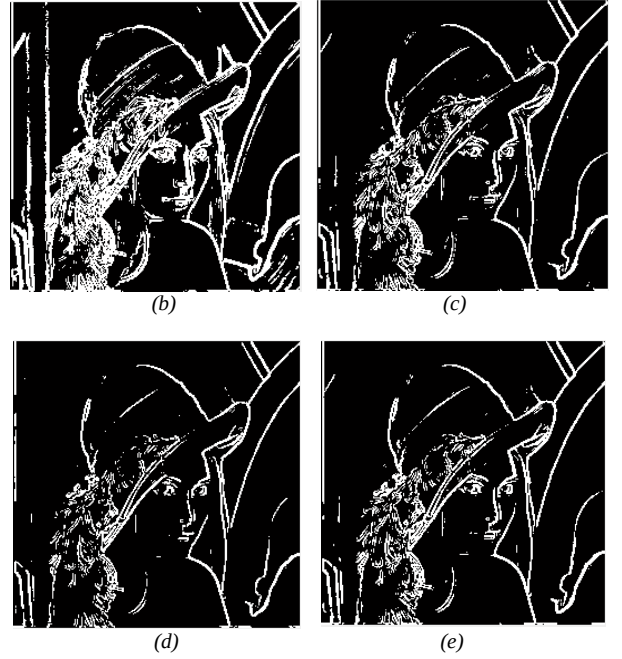
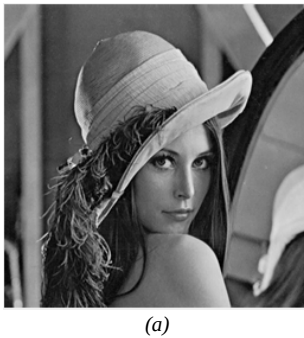


Fig. 12 (a) Original image (b) Sobel Simulink result (c) Sobel FPGA result (d) Prewitt Simulink result (e) Prewitt FPGA result

FPGA resource usage of Sobel and Prewitt algorithms on Spartan3E XC3S1600E is given Table I. Sobel and Prewitt resource usage is given in one table, because they use the same resource usage on FPGA.

TABLE I
FPGA RESOURCE USAGE FOR SOBEL OR PREWITT

Resource Utilization Summary (Sobel or Prewitt)			
Resources	Used	Available	Utilization
Number of Slice Flip Flops	1,404	29,504	4%
Number of 4 input LUTs	2,201	29,504	7%
Number of occupied Slices	1,401	14,752	9%
Total Number of 4 input LUTs	2,369	29,504	8%
Number of bonded IOBs	17	250	6%
Number of BUFGMUXs	1	24	4%
Number of MULT18X18SIOs	18	36	50%

The proposed designs use low resources on FPGA. Sobel and Prewitt resource usage is same value, because only their convolution mask coefficient is different from each other.

The performance of edge detected image is analysed by using Mean Squared Error (MSE) and Peak Signal to Noise Ratio (PSNR). Equation (3) and (4) show calculation of MSE and PSNR respectively.

$$MSE = \frac{\sum_{M,N} [I_1(m,n) - I_2(m,n)]^2}{M*N} \quad (3)$$

$$PSNR = 10 \log_{10} \left(\frac{R^2}{MSE} \right) \quad (4)$$

For MSE value; I_1 is pixel value of original image, I_2 is pixel value of edge detected image, M and N is horizontal and vertical pixel size of original image. R is taken 255 in this work, because original image data format is 8-bit unsigned integer. Table II shows quantitative results of MSE and PSNR values for proposed works.

TABLE III
QUANTITATIVE RESULTS OF MSE AND PSNR

Algorithms / Platform		MSE	PSNR (dB)
Sobel	Simulink	29327.8	3.458
	FPGA	30149.5	3.338
Prewitt	Simulink	31137.2	3.198
	FPGA	31345.8	3.169

MSE gives mean square difference between original image pixel and edge detected image pixel. If this difference is high, this means that similarity between images is low [14]. For edge detection process, high MSE means that edge detection performance is better. Therefore low PSNR value gives better edge detection performance [15].

VI. CONCLUSION

In this proposed work, Sobel and Prewitt edge detection algorithms is introduced. Realization of Sobel and Prewitt edge detection algorithms are done in Matlab/Simulink and FPGA board at the same time. When we look at the resource usage on FPGA board, proposed designs used small part of FPGA resources. If we analysis edge detection performance due to Matlab/Simulink and FPGA platform, we can see that MSE values of edge detected images from FPGA is greater than Simulink and therefore PSNR values of edge detected images from FPGA is less than Simulink platform. Because of this, results have shown edge detection performance of FPGA is better than Matlab/Simulink. Another performance investigation is that algorithms, which used for edge detection. That is Prewitt operator gives better results than Sobel operator due to edge detection performance because of its MSE and PSNR values. As a result, more complex system can be implemented on FPGA, and advantages of edge detection implemented on FPGA is that; it is field programmable and economic for design, it has flexible structure and parallel processing capability.

REFERENCES

[1] Marr, D., Hildreth E., "Theory of edge detection", Proc. R. Soc. Lond. A, Math. Phys. Sci., B 207, 187–217, 1980.

[2] Haralick, R.M., "Digital step edges from zero crossing of second directional derivatives", IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell 58–68, 1984.

[3] Canny, J F., "A Computational Approach to Edge Detection", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 679–698, 1986.

[4] Bovik A., "Handbook of Image and Video Processing", Academic Press, 1384, 2010

[5] Christe, S.A., Vignesh, M., Kandaswamy, A., "An efficient FPGA implementation of MRI image filtering tumour characterization using Xilinx system generator", International Journal of VLSI Desing & Communication Systems, 2 (4): 95–109, 2011.

[6] Vega-Rodríguez, M.A., Sánchez-Pérez, J.M., Gómez-Pulido, J.A., "An FPGA-based implementation for median filter meeting the real-time requirements of automated visual inspection systems", 10th Mediterranean Conference on Control and Automation, Lisbon-Portugal, 2002

[7] Nelson, A.E., "Implementation of image processing algorithms on FPGA hardware", Master of Science Thesis, Faculty of the Graduate School of Vanderbilt University, Nashville, TN-USA, 2000.

[8] Nana, L., Weixing, Z., Shiyang, M., Wen, H., "Super resolution video reconstruction in DSP+FPGA based on lifting wavelet", The Tenth International Conference on Electronic Measurement & Instruments, China, 101–104, 2011.

[9] Davies, E. R. , *Machine Vision*, Academic Press, 1997.

[10] Aarnink, R. G., Rosette, J. M. C. H., Feitz, Wouter F. J., Debruyne, F. M. ve Wijkstra, H., *A Preprocessing Algorithm for Edge Detection with Multiple Scales of Resolution*, European Journal of Ultrasound, 5, 113–126, 1997.

[11] Ziou, D. ve Tabbone, S., *Edge Detection Techniques - An Overview*, Technical Report, No. 195, Dept. Math & Informatique, Universit de Sherbrooke, 1997.

[12] Sobel, I., *An Isotropic 3x3 Gradient Operator*, Machine Vision for ThreeDimensional Scenes, Freeman, H., Academic Pres, NY, 376–379, 1990.

[13] Prewitt, J., *Object Enhancemet And Extraction*, Picture Processing and Psychopictorics (B. Lipkin ve A. Rosenfeld, editör), NY, Academic Pres, 1970.

[14] P. Vidya, S. Veni and K.A. Narayanankutty, "Performance Analysis of Edge Detection Methods on Hexagonal Sampling Grid", International Journal of Electronic Engineering Research, Volume 1, pp. 313–328, 2009.

[15] Peter Kellman and Elliot R. McVeigh, "Image Reconstruction in SNR Units: A General Method for SNR Measurement", Magn Reson Med. Author manuscript, Magn Reson Med. Volume 54(6) pp. 1439–1447, 2005.

A Motif Based Song Recommendation System

Ahmet Anıl MÜNGEN

Computer Engineering
Firat University
Elazig / Turkey
amungen@gmail.com

Mehmet KAYA

Computer Engineering
Firat University
Elazig / Turkey
kaya@firat.edu.tr

Abstract—Song discovery recommendation systems has increased popularity day by day with online music listening services. Almost all song discovery services use song listening frequency, song type and songs which are listened by their friends to recommend song. However taste of music is very personalized, so listening frequency, song type and friend's list's songs are not enough for recommendation systems. In addition, song listening order is very important as much as listening frequency. In this paper, a motif based song recommendation system is proposed. Users are matched with other users who share same song listening motif via motif based approach, and songs which were listened by user who is in the group, are recommended to other users. Furthermore, the approach in our work contains a relevance method which measure similarity between two song's lyrics and use this information for recommendation. As a result of these, a specialized motif based song recommendation system will be developed.

Index Terms— Motif-Based Recommendation Systems, Lyrics, Inverse document frequency

Motif Tabanlı Şarkı Tavsiye Sistemi

A Motif Based Song Recommendation System

Ahmet Anıl MÜNGEN
Bilgisayar Mühendisliği
Fırat Üniversitesi
Elazığ / Türkiye
amungen@gmail.com

Mehmet KAYA
Bilgisayar Mühendisliği
Fırat Üniversitesi
Elazığ / Türkiye
kaya@firat.edu.tr

Özet—Çevrimiçi müzik dinleme hizmetleri ile birlikte şarkı keşfi yapan tavsiye sistemlerinin kullanımları gün geçtikçe hızla artmaktadır. Birçok şarkı tavsiye sistemi, şarkıların dinlenme sıklığı, şarkıların türleri ve/veya kişilerin arkadaşlarının dinlediği şarkılara bakarak şarkı tavsiyesi yapmaktadır. Buna karşın çok kişiselleşmiş bir duygu olan müziğin sadece frekans yada ilişkide olduğu kişilerin dinlediği şarkılara bakarak tavsiye edilmeyecek kadar farklı türler içerdiği aşikardır. Ayrıca şarkıların dinlenme sıklığı kadar dinlenme sırası da önemlidir. Bu çalışma da yukarıda sayılan problemleri ele alan motif tabanlı bir şarkı tavsiye yöntemi önerilecektir. Bu yöntemle, kullanıcılar kendilerine yakın modellerde müzik dinleyen kullanıcılar ile eşleştirilmekte ve kullanıcılardan birinin sevdiği ve diğerlerinin bilmediği şarkı diğerlerine tavsiye edilmekte ve modellerin devamı sağlanmaya çalışılacaktır. Bunun yanında önerilen yaklaşım, motif içinde bulunan şarkıların şarkı sözlerine bakarak benzer şarkılarını da bulmakta ve bu şarkıları da tavsiye etmektedir. Böylece kullanıcı için özelleşmiş motif temelli bir şarkı tavsiye sistemi geliştirilecektir.

Anahtar Kelimeler—Motif Tabanlı Tavsiye Sistemleri, Şarkı Sözü, Frekans ile Sıklık Analizi

I. GİRİŞ

Müzik insanlık tarihi ile birlikte gelişmekte, insanlar yüzyıllardır müzik yapmakta, müzik dinlemekte, ve müzik ile duygularını açığa çıkartmaktadır [1]. Hem teknolojinin gelişmesi hem çıkan telif yasaları ile korsan müziğin önüne geçilmesi, çevirim içi (online) müzik dinleme platformları son on yıldır popülerliklerini sürekli arttırmaktadır. Çevirim içi platformların popüleritesinin artması ile birlikte kullanıcılar geçmişten farklı olarak sadece kendi listelerine aldıkları şarkıları dinlemekle kalmıyor, yeni şarkılar keşfetmek de istiyorlar.

İnternet üzerinden müzik dinlemek için birçok yasal platform vardır. Bu platformlardan en bilinenleri Apple iTunes Music, Google Play Music, Deezer, Spotify'dır. Spotify dünyanın çoklu işletim desteği veren en popüler müzik dinleme platformlarından biridir. Spotify kullanıcıları ister telefonlarından ister bilgisayarlarından Spotify uygulamaları ile kolayca müzik dinleyebilmektedirler. Spotify 2016 yılının mayıs ayı itibari 100 milyondan fazla kullanıcıya ulaşmıştır ve 30 milyon'a yakın şarkıyı kullanıcılarına sunmaktadır [2]. Spotify her gün yaklaşık 20.000 şarkıyı kütüphanesine eklemektedir [3].

Teknolojinin ilerlemesi ile müzik dinleme alışkanlıkları da değişime uğramıştır [4]. Geçmişte kullanıcılar genelde bir albümü baştan sonra dinleme ve/veya kendi oluşturdukları listeyi dinleme şeklinde şarkı dinlerlerdi. Günümüzde ise kullanıcılar duygusal durumuna (mood) göre veya ilgilendiği müzik alanında oluşturulmuş hazır listeleri de dinlemektedir. Sosyal medyanın ortaya çıkışı ve her alanda kişiselleştirilmiş profillerin artışı ile birlikte son on yıldır müzik alanında da kişiselleştirilmiş profiller ve kişiselleştirilmiş listeler oluşturan müzik dinleme platformları ortaya çıkmaya başlamıştır [5]. Günümüzde başta Spotify olmak üzere birçok müzik platformu kullanıcının bilgileri ve dinlediği şarkı kayıtlarına göre kişiselleştirilmiş listeler hazırlayarak kullanıcılara sunmakta ve kullanıcı deneyimlerini arttırmaya çalışmaktadır.

Bu çalışmada, listelerinde olmayan şarkıları bulup bu şarkıları kullanıcıya sunarak kullanıcının bilmediği ama seveceği şarkıları keşfetmesini sağlayan motif tabanlı bir yaklaşım önerilecektir.

Makale aşağıdaki bölümlerden oluşmaktadır. İlk bölümde insanların değişen müzik dinleme alışkanlıkları hakkında genel bilgi verilmektedir. İkinci bölüm benzer çalışmalardır ve şarkı tavsiye yaklaşımları konusunda daha önce yapılmış öne çıkan çalışmaları kısaca anlatmaktadır. Üçüncü bölüm önerilen modelin ve yapılan uygulama projesinin tasarımı sonuçlarını sunmaktadır. Sonraki bölümde çalışmada yer alan fikir ve düşünceler tartışılmaktadır. Son bölümde ise sonuçlar verilmektedir

II. BENZER ÇALIŞMALAR

Çevirim içi müzik dinleme servisleri ile ilgili çalışmalar 2000'li yılların başlarından beri yapılmaktadır [6]. Müzik dosyaların internet üzerinde nasıl güvenli dağıtılacağı ile ilgili çalışmalar yapılmış ve patentler alınmıştır [7]. Kullanıcıların geçmiş şarkı dinleme kayıtlarına göre şarkı öneren farklı yaklaşımlar ortaya atılmış [8] ve ritim kullanılan enstrümana göre tavsiye önermeleri de sunulmuştur [9]. Kullanıcının duygusal durumuna göre şarkı tavsiye eden sistemlerle ilgili çalışmalar da mevcuttur [10] [11] [12].

Harrada ve arkadaşları [13] kullanıcıları demografik, coğrafik ve psikolojik olarak 3 grupta modelleyip buna göre şarkı tavsiye etmeyi önermiştir [14].

Tablo 1. Harrada ve arkadaşlarının kişisel bilgileri gruplama örneği

Veri Türü	Örnek
Demografik	Yaş, cinsiyet, evlilik durumu
Coğrafik	Konum, şehir, ülke
Psikoloji	İlgi, yaşam tarzı, kişilik

İçerik bazlı tavsiye sistemleri konusunda da çokça çalışma yapılmıştır [15]. En çok kullanılan öznitelikler eserin ritmi, tınısı [9] [16] [15] ve sözleridir [17]. Bu özniteliklere göre K-means [18], Monte Carlo [19] ve Öklit [20] uzaklıklarına göre benzer şarkılar bulunup kullanıcılara tavsiye edilmesi önerileri sunulmuştur.

Etiketleme temelli yaklaşım yazı, görüntü ve ses dosyalarının önerilmesinde sıkça kullanılmaktadır. Şarkı önerme konusunda da etiket temelli yaklaşım sıkça önerilmiştir [21] [22] [23].

Kişiselleştirilmiş tavsiye sistemleri konusunda yapılan akademik çalışmalarda önerilen birçok model vardır. Wu ve arkadaşları [22] Kişiselleştirilmiş Markov Modeli (PME)'ni önermişlerdir. PME belli bir sıra ile şarkı tavsiye edilen az sayıda çalışmadan biridir. Bunun dışında PME kullanıcı ile şarkı arasındaki ilişkiyi bulmayı ve öklit uzaklığı kullanarak aday şarkıları puanlandırarak bir sonraki şarkıyı seçer.

Motif tabanlı sistemler birbirini takip eden, izleyen veya benzeyen sıralı hareketleri tespit etmek için sıkça kullanılır. Motif tabanlı yaklaşımların başlıca kullanım alanı, sıranın çok önemli olduğu ve büyük topluluklar içinde küçük örneklerin de önemsendiği çalışmalardır. Genel olarak aynı sıralı hareketleri yapan kullanıcıları birbiri ile eşleştirerek eşleşme içinde kalan kullanıcıların çoğunun beğendiği bir eylemi diğerinin de yapacağı öngörülebilir. Günümüzde popüler olan şarkı tavsiye sistemleri genel olarak tag ve sıklık frekansı ile çalışmakta ve kullanıcılara bu yaklaşımlar ile hizmet vermektedir.

Çevirim içi şarkı dinleme araçları popülerleştikçe kişilere daha iyi müzik dinleme deneyimi katmak için şarkı tavsiye sistemleri de geliştirilmiştir. Milyonlarca kullanıcısı olan müzik dinleme altyapıları kendi sistemlerini bir akademik makale ile açıklamamış olsa da Spotify şirketinin şarkı tavsiye algoritması hakkında yapılmış bazı çalışmalar vardır. Quartz çevirim içi dergisi editörlerinden Adam Pasick'e [24] göre Spotify dinlediğiniz şarkıları dinleyen diğer kullanıcıların listelerini bakarak size bir liste öneriyor. Bu liste önerme işleminde dinlenen müzik türünün tespiti işbirliği ile filtreleme aracılığı ile yapıyor. Buna karşın iyi ayırt edilemeyen müzik türü ile birlikte frekans yaklaşımı her zaman başarılı şarkı tavsiyesi yapamamaktadır.

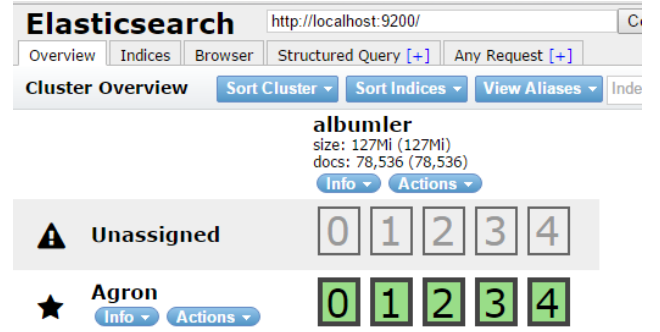
III. MOTİF TABANLI TAVSİYE MOTORU

Müzik havuzundaki şarkı sayısı ve dinleyen kullanıcı sayısı ne kadar genişlerse genişlesin kişinin müzik tercihini müziklerin dinlenme oranına göre tavsiye etmek başarılı bir yöntem değildir. Bunun nedeni müzik zevki çok kişisel olmakla birlikte bir grup veya bir topluluk ile eşleştirilemez. Müzik zevkinin çok kişisel olması o müzik zevkini çok az sayıda kişinin paylaştığı anlamına gelir.

Birçok şarkı tavsiye yaklaşımı şarkı dinleme sırasını dikkate almamaktadır. Buna karşın şarkı dinleme sırası seçilen şarkı kadar önemlidir.

A. Veri Toplama ve Saklama

Sanatçıların eserleri telif yasaları dahil birçok yasa ile korunmaktadır. Buna karşın şarkı sözleri ile ilgili araştırma yapmak ve onları kullanmak meta data kullanımı olarak kabul edilmektedir. Türkiye'de hizmet veren en büyük şarkı-sözü sitelerinden birinden 78.536 Türkçe şarkı sözüne erişildi ve alındı. Bu şarkı sözleri Apache Lucence tabanlı bir arama motoru olan aynı zamanda NoSQL veritabanı olarak kullanılabilen Elasticsearch isimli sistemde depolandı.



Şekil 1. Elasticsearch Arayüzünde depolanan 78.536 şarkı sözü.

B. Motif Bulma

Kullanıcıların dinlediği şarkılar döngünün olmadığı bir bağlı listede sıralandı. Üçlü ve dörtlü parçalar alınıp bir NoSQL veritabanında kaydedildi. Kullanıcının A--B--C--D--E şeklinde bir şarkı dinleme yola varsa hem A--B--C yolunu hem B--C--D yolunu hem de C--D--E yolunu bulabilecek şekilde kaydedildi. Bir örnek vermek gerekirse; sistem, en az 3 şarkı dinleyen ve bir sonraki şarkısı program tarafından seçilecek olan kullanıcıya dinlediği A, B ve C şarkısını daha önce dinleyen kullanıcı varsa onun dinlediği D şarkısını önerecektir.

Benzer şarkıları benzerliklerini birçok modern arama motorunun temelini oluşturan Apache Lucence teknolojisinden kullanılan 'MoreLikeThis' (MLT) [25] yöntemi kullanılarak bulunmuştur. Bu metot aldığı dökümandaki 'stop word' leri çıkartıp kalan kelimelerden oluşturduğu bir vektör uzayında 'term vektörü' aracılığı ve IDF yardımı ile benzerlik bulmaktadır. Çalışmada şarkıların birbiri ile benzerlikleri, şarkıların sözlerini MLT ile karşılaştırarak bulunmuştur.

Kullanıcının şarkı dinleme modeline uyan birden fazla kullanıcı varsa veriler arasında Z-skoruna bakılarak şarkı tavsiye edilecektir. Sistem, şarkı dinleme yolu mümkün oldukça uzun olan kullanıcıdan an az 3 adımı eş yollu olan kullanıcıları aramaktadır. Genel olarak Z-skoru, bir motif'in belli parametreler ile görülme sıklığını verir.

$$Z_m = \frac{n_M^{round}}{\sigma_M^{rand}} \quad (1)$$

Denklem 1'de Z_m seçilen m motifi için Z skorudur. n_M^{round} ve σ_M^{rand} standart sapma ve görülme sıklığıdır. Z skoru her

aday motif için hesaplanır. Denklem 1'de gösterilen Z hesaplama metodu Musial ve arkadaşları [26] tarafından ağ içinde motif bulma işleminde ve Milo ve arkadaşları [27] tarafından ağ içinde motif bulmak için kullanılmıştır.

Eğer sistem kullanıcının dinleme yoluna uygun hiç bir şarkı bulamazsa MLT yaklaşımı ile dinleme yolunda olana en benzer şarkıyı bulur. Kullanıcının dinlediği şarkılar ile veri kümeleri büyüttükçe birden fazla şarkı dinleme yolunun çakıştığı görülür. C son dinlenen şarkı olmak üzere C--A--B ile bir yol olabileceği gibi C--D--E ile de bir yol olabilir. Bu durumda sistem 4'lü ve 5'li şarkı dinleme yolları bulmaya çalışır.

Motif bulma işleminde veri tabanı olarak MongoDB kullanılmıştır. Sistem kullanıcının dinlediği şarkı dinleme saati gibi ayrıntıları JSON'a dönüştürerek kaydetmektedir. Aynı gün içinde kullanıcı başına sadece 1 adet MongoDB dokümanı oluşturulmaktadır ve her şarkı dinlediğinde ilgili doküman güncellenmektedir. Arama yapılırken NoSQL veritabalarının getirdiği esneklik ile 'regular expression' kullanarak MongoDB'de kolayca aranır. Sistem genel olarak NoSQL veritabanları ve dağıtık sistemlere uygun yapıldığı için büyük miktarda veriyi depolayabilir.

C. Kullanıcı Roller ve Etkileşimleri

Kullanıcılar sisteme kayıt olduktan sonra en çok beğendiği üç şarkıyı sistemden seçer. Seçilen üç şarkının tüm kombinasyonlarında bir motif bulunur ise motifden dördüncü şarkı tavsiye edilir. Kullanıcının dördüncü şarkıyı beğenip beğenmemesine göre sıradaki motife geçilir ve şarkı tavsiye edilir. Kullanıcılar sistem ile bir web sayfası aracılığı ile etkileşime girer. Web sayfası kullanıcıya sunulacak şarkıları Elasticsearch'den bir JSON talebi göndererek alır.

MLT metodu parametre olarak aranacak şarkı sözlerini alır ve benzer sözleri bulmaya çalışır. 'min_word_length' işleme alınacak en kısa kelime uzunluğunu verir. Çalışmada bu uzunluk 4 harf olarak seçilmiştir.

```
{ "size": 5,
  "query": {
    "dis_max": {
      "queries": [
        {
          "more_like_this": {
            "min_term_freq": 1,
            "like_text": "Şarkı Sözü",
            "fields": [
              "text"
            ],
            "min_word_length": 4
          }
        }
      ]
    }
  },
  "fields": [
    "text",
    "title"
  ],
  "min_score": "0.002" }
```

Şekil 2. MoreLikeThis metodu çağırma JSON kodu

D. Deneysel Sonuçlar

Motif arama ile ilgili 10 gönüllü müzik sever testlere katılmıştır. Test kullanıcı kümesi küçük olduğundan dolayı kullanıcılardan mümkün olduğunca popüler ve son yıllarda yayınlanmış pop şarkıları seçmeleri istenmiştir. İlk aşama olarak 5 gönüllü dinlemeyi sevdiği 20 şarkıyı dinleme sırası ile sisteme girmişlerdir. İkinci 5 kişi dinlemeyi sevdiği 3 şarkıyı sisteme girmiş ve dördüncü şarkıyı sistem tavsiye etmiştir.

```
Start
song1 = readfromuser();
song2 = readfromuser();
song3 = readfromuser();
while(nextsong)
int say=0;
[] newsong = findmotif(song1,song2,song3,say)
boolean liked=false;
while(liked==false) {
  like = suggest(newsong[say]);
  if(like==false){
    say++;
  }else if (like==true){
    liked=true;
    song1 = song2;
    song2 = song3;
    song3 = newsong[say];
  }
}
}
End
```

Şekil 3. Kullanıcıya yapılan tavsiye algoritmasının kaba kodu

```
{
  "size": 0,
  "aggs": {
    "top-terms-aggregation": {
      "terms": {
        "field": "text",
        "size": 15,
        "min_doc_count": 6400
      }
    }
  }
}
```

Şekil 4. Veri havuzunda bulunan şarkı sözleri arasında en sık kullanılan kelimeleri bulan Elasticsearch talep JSON'u

Tablo 2. Şarkılarda en sık geçen 15 kelime ve sık geçme oranları. Toplam şarkı sayısı : 78.536'dır

Kelime	Frekans*	Frekans Yüzde	Harf Sayısı
bir	32429	41.29	3
ben	20114	25.61	3
sen	17101	21.77	3
seni	13962	17.78	4
bana	13051	16.62	4
gibi	11878	15.12	4
sana	11667	14.86	4
çok	11148	14.19	3
benim	10646	13.56	5
senin	8251	10.51	5
için	6945	8.84	4
daha	6710	8.54	4
Aşk	6512	8.29	3
gel	6508	8.29	3
kadar	6406	8.16	5

Kullanıcılar ile yapılan testlerin sonuçları aşağıda paylaşılmıştır. Veri kümesi çok büyük olduğundan Anma hesaplanırken en fazla 10 tane ilgili değer olduğu kabul edilmiş ve bu 10 değer arasında hesaplama yapılmıştır.

Kıyaslama yapılan MFCC algoritması şarkı sözlerini temel alan K-Means kullanan bir algoritmadır [28].

Tablo 3. Beğeni durumlarına göre başarı değerleri

Durum	Kesinlik	Anma	F-Ölçütü
Beğendim	0.852	0.445	0.54
Hiç Beğenmedim	0.120	0.312	0.17

Tablo 4. Muadil yaklaşım ile başarı oranları

Algoritma	Tavsiye Edilen Şarkıların Beğenilerinin Ortalaması	Kapsanan Şarkı Sayısı
Müngen ve Kaya Motif Tabanlı Yaklaşım	0.852	78.536
MFCC	0.325	18.647

Beğenmeyenler için varsa bulunan diğer motifler de gösterilmiş ve onlar arasında değerlendirme yapılması istenmiştir.

IV. TARTIŞMA

Yapılan çalışma modellerin frekanslarını çıkarmayı temel alsda da hangi modellerin kullanıcılar tarafından ne kadar tekrar edildiğine bakmamaktadır. Kullanıcıya uygun şarkı bulmak için kullanıcının teorik olarak en az 3 şarkı dinlemesi gerekmektedir. Sistem anlık çalıştığı için kullanıcının eski dinlediği şarkı ve türleri hesaba katılmamaktadır. Yaş, cinsiyet, yaşadığı yer gibi kullanıcı kişisel bilgilerinin sisteme girilmesi durumunda bu tür kişisel bilgileri de tavsiye sistemine entegre edilerek özellikle mahalli sanatçıların tavsiyesinde ortaya çıkan hataların önlenmesi sağlanabilir.

Çalışma Milo'nun motifleri [29] temel alınarak genişletilebilir ve daha fazla ve farklı sayıda motif bulunabilir.

Çalışmamızda iki kullanıcının aynı şarkı tavsiye grubunda olması için tamamen aynı motifte müzik dinlemesi gerekmektedir. Buna karşılık özellikle çok sayıda şarkı listelenen motiflerde; iki motifin birbirine tamamen benzermesi yerine iki motifin yakınlık derecesinin hesaplanıp belli bir dereceden yukarı olanların da aynı gruba alınması ile daha başarılı şarkı tavsiyesi yapılabilir.

Bazı popüler şarkıları birden fazla kişinin küçük değişiklikler ile söylemesinden ötürü şarkıların birbirine yakınlık oranı yüksek çıkmaktadır bu da tavsiye sisteminin başarılı işleyişini bozmaktadır.

Şarkı tavsiye sistemleri konusunda yapılmış nerdeyse her çalışma; kullanıcının o anlık duygusal durumunun kullanıcının seçtiği şarkılarda etkili olduğunu söylüyor ve duygusal durumunun da bir parametre olması gerektiğini iddia ediyor. İleriki çalışmalarda kişilerin duygusal durumuna göre de şarkı tavsiye etme algoritması geliştirilebilir.

V. SONUÇ

Bu çalışma da şarkı tavsiye metodları tartışılmış, şarkı dinleme algoritmalarının da etiket temelli ve frekans temelli yerine motif tabanlı bir yaklaşım kullanılabileceği gösterilmiştir. Deneysel sonuçlara göre motif temelli bir şarkı önerme metodu ile kişilerin şarkı dinleme modelleri daha iyi modellenmiş ve kullanıcının daha çok beğeneceği şarkılar tavsiye edilmiştir. Böylece kullanıcıların yeni şarkı keşfetme deneyimi arttırılmıştır. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda, başarıyı düşüren etkenlerden nasıl kurtulacağı ve diğer yaklaşımlar ile birleştirilerek nasıl daha iyi şarkı tavsiye edeceği ile ilgili de yöntemler sunulacaktır.

KAYNAKÇA

- [1] C. Burney, "A General History of Music: From the Earliest Ages to the Present Period: To which is Prefixed, A Dissertation on the Music of the Ancients," *Bechet*, vol. Vol. 4, 1776.
- [2] Spotify, "Spotify Plans." [Online]. Available: <https://news.spotify.com/us/2016/05/23/spotify-family-plan-gets-an-upgrade/>. [Accessed: 12-Jul-2016].
- [3] Forbes, "Spotify 100 Million User." [Online]. Available: <http://www.forbes.com/sites/hughmcintyre/2016/03/21/with-30-million-users-spotify-is-gaining-subscribers-faster-and-faster/#7e246c04402e>. [Accessed: 11-Jul-2016].
- [4] R. Lambiotte and M. Ausloos, "Uncovering collective listening habits and music genres in bipartite networks," *Phys. Rev. E - Stat. Nonlinear, Soft Matter Phys.*, vol. 72, no. 6, 2005.
- [5] M. A. Casey, R. Veltkamp, M. Goto, M. Leman, C. Rhodes, and M. Slaney, "Content-Based Music Information Retrieval: Current Directions and Future Challenges," *Proc. IEEE*, vol. 96, no. 4, pp. 668–696, 2008.
- [6] M. Ozer, "User segmentation of online music services using fuzzy clustering," *Omega*, vol. 29, no. 2, pp. 193–206, 2001.
- [7] P. R. Wiser, R. C. Andrew, T. A. Steven, and A. C. Susan, "Secure online music distribution system," 6,385,596.
- [8] V. Vekariya and G. R. Kulkarni, "Hybrid recommender systems: Survey and experiments," in *2012 2nd International Conference on Digital Information and Communication Technology and its Applications, DICTAP 2012*, 2012, pp. 469–473.
- [9] D. Bogdanov and P. Herrera, "How Much Metadata Do We Need in Music Recommendation? A Subjective Evaluation Using Preference Sets," *12th Int. Soc. Music Inf. Retr. Conf. (ISMIR'11), Proc.*, no. Ismir, pp. 97–102, 2011.
- [10] F. Yazhong and Y. Zhuang, "Popular Music Retrieval by Detecting Mood," *Int. Soc. Music Inf. Retr. 2003*, vol. 2, pp. 375–376, 2003.
- [11] Y. E. Kim, E. M. Schmidt, R. Migneco, B. G. Morton, P. Richardson, J. Scott, J. A. Speck, and D. Turnbull, "Music Emotion Recognition : a State of the Art Review," *Inf. Retr. Boston.*, no. Ismir, pp. 255–266, 2010.
- [12] J. Su, H. Yeh, P. Yu, and V. Tseng, "Music recommendation using content and context information mining," *Intell. Syst. IEEE*, vol. 25, no. 1, pp. 16–26, 2010.
- [13] Ö. Celma, *Music recommendation and discovery: The long tail, long fail, and long play in the digital music space*. 2010.
- [14] Y. Song, S. Dixon, and M. Pearce, "A survey of music recommendation systems and future perspectives," in *9th International Symposium on Computer Music Modeling and Retrieval*, 2012, no. June, pp. 19–22.
- [15] Q. Li, B. M. Kim, D. H. Guan, and D. W. Oh, "A music

- recommender based on audio features,” *Proc. 27th Annu. Int. Conf. Res. Dev. Inf. Retr. - SIGIR '04*, p. 532, 2004.
- [16] P. Cano, M. Koppenberger, and N. Wack, “An industrial-strength content-based music recommendation system,” *Proc. 28th Annu. Int. ACM SIGIR Conf. Res. Dev. Inf. Retr. SIGIR 05*, p. 673, 2005.
- [17] J. S. Downie, “Music Information Retrieval,” *Annu. Rev. Inf. Sci. Technol.*, vol. 37, no. Chapter 7, pp. 295–340, 2003.
- [18] A. Salomon, “A Content-based Music Similarity Function,” 2001.
- [19] A. Francois, J. Pachet, J.-J. Aucouturier, and F. Pachet, “Improving timbre similarity: {H}ow high is the sky?,” *J. Negat. results speech audio Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–13, 2004.
- [20] P. Chordia, M. Godfrey, and A. Rae, “Extending content-based recommendation: the case of Indian classical music,” *Int. Conf. Music Inf. Retr.*, pp. 571–576, 2008.
- [21] X. Song, B. L. Tseng, C.-Y. Lin, and M.-T. Sun, “Personalized Recommendation Driven by Information Flow,” *Proc. 29th Annu. Int. ACM SIGIR Conf. Res. Dev. Inf. Retr. - SIGIR '06*, pp. 509–516, 2006.
- [22] X. Wu, Q. Liu, E. Chen, L. He, J. Lv, C. Cao, and G. Hu, “Personalized next-song recommendation in online karaokes,” *Proc. 7th ACM Conf. Recomm. Syst. - RecSys '13*, pp. 137–140, 2013.
- [23] Y. Song, L. Zhang, and C. L. Giles, “Automatic tag recommendation algorithms for social recommender systems,” *ACM Trans. Web*, vol. 5, no. 1, pp. 1–31, 2011.
- [24] A. Pasick, “The magic that makes Spotify’s Discover Weekly playlists so damn good,” *QUARTZ*. [Online]. Available: <http://qz.com/571007/the-magic-that-makes-spotifys-discover-weekly-playlists-so-damn-good/>. [Accessed: 22-Jul-2016].
- [25] A. Johnson, “HOW MORELIKETHIS WORKS IN LUCENE,” 2008. [Online]. Available: <http://cephas.net/blog/2008/03/30/how-morelikethis-works-in-lucene/>. [Accessed: 22-Jul-2016].
- [26] K. Musial and K. Juszczyszyn, “Motif-based analysis of social position influence on interconnection patterns in complex social network,” in *Proceedings - 2009 1st Asian Conference on Intelligent Information and Database Systems, ACIIDS 2009*, 2009, pp. 34–39.
- [27] R. Milo, S. Itzkovitz, N. Kashtan, R. Levitt, S. Shen-Orr, I. Ayzenshtat, M. Sheffer, and U. Alon, “Superfamilies of evolved and designed networks,” *Sci. (New York, NY)*, vol. 303, no. 5663, pp. 1538–1542, 2004.
- [28] B. Logan, “Music Recommendation from Song Sets,” *Ismir*, no. October, pp. 10–14, 2004.
- [29] R. Milo, S. Shen-Orr, S. Itzkovitz, N. Kashtan, D. Chklovskii, and U. Alon, “Network motifs: simple building blocks of complex networks,” *Science (80-.)*, vol. 298, no. 5594, pp. 824–827, 2002.

Sembolik Bütünleştirme Yaklaşıklığı Yöntemi Kullanılarak Basınçlı Hava Yataklı Rotor Sistemi Titreşimlerinin Yatak İçi Basınç Değişimi ile İlişkilendirilmesi

Abdurrahim DAL
Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Makina Mühendisliği Bölümü
Ankara, Türkiye
abdurrahimdal@gazi.edu.tr

Tuncay KARAÇAY
Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Makina Mühendisliği Bölümü
Ankara, Türkiye
karacay@gazi.edu.tr

Özet—Basınçlı hava yatakları ile desteklenmiş yatak-rotor sistemlerinde, dışarıdan basınçlandırılarak yatak ve rotor yüzeyleri arasındaki radyal boşluğa iletilen hava, rotoru destekleyerek, iki yüzeyin birbirine temas etmeden çalışmasını sağlar. Dolayısıyla, yatak-rotor sisteminin çalışması süresince, rotorun dinamik hareketleri ile yatak ve rotor yüzeyleri arasındaki basınç değerlerinin değişimi arasında güçlü bir ilişki vardır. Bu çalışmada da, basınçlı hava yatakları ile desteklenmiş bir yatak-rotor sisteminde, radyal boşluktaki havanın basınç değişimleri ile rotorun yatak içerisindeki dinamik konum verileri arasındaki ilişki, sembolik bütünleştirme yaklaşıklığı yöntemi (SAX, Symbolic Aggregate Approximation) kullanılarak araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler—Basınçlı hava yatakları, rotor dinamiği, sembolik bütünleştirme yaklaşıklığı yöntemi (SAX).

Abstract— In the externally pressurized air lubricated bearing-rotor systems, air, which is externally supplied to the radial clearance between rotor and bearing surfaces, supports the rotor and it provides running without contact of the surfaces. So, there is a strong relation between dynamic motions of the rotor and pressure variations in the radial clearance during the operation. In this study, the relation between pressure data in the radial clearance and positions data of the rotor is investigated using symbolic aggregate approximation (SAX) for externally pressurized air lubricated bearings-rotor system.

Index Terms—Air bearing, rotor dynamic, symbolic aggregate approximation (SAX).

I. GİRİŞ

Basınçlı hava yatakları ile desteklenmiş yatak-rotor sistemlerinde, yatak ve rotor yüzeyleri arasındaki ince hava filmi yüzeylerin birbirine olan temasını önleyerek, rotoru taşır. Basınçlı hava yataklarında, yüzeyler arasındaki yağlayıcı filmin hava tarafından sağlanması sayesinde, akışkan film tabakaları arasında, sıvı yağlayıcılara kıyasla daha düşük sürtünme kayıpları ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla basınçlı hava yatakları, yüksek hızlarda çalışan rotorların desteklenmesi

için yatak-rotor sistemlerine önemli üstünlükler sağlamaktadırlar. Bunun yanı sıra basınçlı hava yatakları, yatak ve rotor yüzeyleri arasında, çevreye zararsız ve temiz bir akışkan olan havanın kullanılması ile medikal, gıda ve tekstil endüstrisinde kullanılan makinalar için uygun bir eleman olarak öne çıkmaktadır.

Basınçlı hava yatakları ile desteklenmiş yatak-rotor sistemlerinde, yüzeyler arasındaki ince yağlayıcı hava filmi, yatak üzerine yerleştirilmiş besleme deliklerinden iletilen basınçlı hava sayesinde oluşturulmaktadır. Yüzeyler arasında hareket eden basınçlı hava, rotor yüzeyine uyguladığı basınç kuvveti ile rotoru yatak içerisinde taşımaktadır. Dolayısıyla yatak-rotor sisteminin dinamiği ile yüzeyler arasındaki havanın hareketi arasında güçlü bir ilişki mevcuttur. Basınçlı hava yatakları ile ilgili araştırmaların başlangıcı da, iki yüzey arasındaki akışkanın hareketinin matematiksel modellenen elde edilmesine dayanmaktadır. Bu matematiksel model, yatak ve rotor yüzeyleri arasındaki akışkanın basıncının yatak boyu ve yatak çevresine göre değişimini ifade etmekte olup, sıkıştırılabilir bir akışkan olan hava için Reynold's denkleminin düzenlenmiş bir formudur.

Basınçlı hava yataklarında, yüzeyler arasındaki akışın matematiksel modelinde, yatağın geometrik özellikleri ve havanın termodinamik karakteristikleri ile birlikte sabit viskozite, izotermal proses, ince yağlayıcı film kalınlıkları kabulleri yapılmaktadır [1]. Literatürde, modelin elde edilmesi için yapılan kabullerin doğrulanması için araştırmacılar, teorik ve deneysel çalışmalar yapmışlar ve modelde kullanılan kabuller ile birlikte modeli etkileyen parametreleri de incelemişlerdir. Yapılan ilk çalışmalarda, basınçlı hava yataklarının sonsuz uzunlukta olduğu varsayılmış ve yüzeyler arasındaki akışın sadece eksenel olduğu düşünülmüş [2-3], ancak bu çalışmaların ardından yapılan deneysel çalışmalarda, eksenel akışın yanı sıra çevresel akışın da var olduğu gözlemlenmiştir [4-7]. Laub, yaptığı deneysel çalışmada, yatak içerisinde, hem eksenel hem de çevresel bir akış olduğunu, ancak eksenel akışın çevresel akıştan daha baskın olduğunu

gözlemlemiştir. Eksenel basıncı ölçmek için 6 tane ve çevresel akışı ölçmek için 10 tane basınç ölçer kullanılmış ve yaptığı ölçümlerle basınçlı hava yatakları için basınç eğrileri elde etmiştir [8]. Lemon bu konuda çevresel basınç değişim etkisini de içerisine alan teorik bir yaklaşım sunmuştur. Yaptığı teorik çalışmaya ek olarak deneysel bir çalışma da yaparak ortaya attığı teorik yaklaşımla elde ettiği yatak karakteristikleri olan katılık, yük taşıma kapasitesi ve akış değerlerini destekleyici sonuçlar elde etmiştir [9]. Yatak ve rotor yüzeyleri arasında hareket eden akışkanın matematiksel modeli, hem eksenel hem de çevresel akış ile birlikte geliştirilmeye devam ederken, araştırmacılar hava besleme deliklerinden, yatak ve rotor yüzeylerine iletilen havanın akışını da modele dahil ederek basınçlı hava yataklarında yüzeyler arasındaki basınç dağılımını ifade eden Reynold's denklemini elde etmişlerdir. [10-14].

Basınçlı hava yatakları ile desteklenmiş bir yatak-rotor sisteminde, rotorun yatak içerisindeki hareketinin incelenmesi için, yüzeyler arasında kalan hacimdeki havanın rotor yüzeyine uyguladığı basınç kuvvetinin hesaplanması gerekmektedir. Kısmi bir diferansiyel denklem olan Reynold's denklemi, sayısal çözüm teknikleri ile iteratif olarak çözülebilir. Basınçlı hava yatakları için, kabul gören bir modelin elde edilmesinin ardından, araştırmacılar, yüzeyler arasında kalan hacimde havanın basınç dağılımının, yani hava filmi kuvvetlerinin elde edilmesi için Reynold's denkleminin sayısal çözümü için çalışmalar yapmışlardır [1, 15-16]. Bu çalışmalar ile birlikte basınçlı hava yataklarının geometrik özelliklerinin yüzeyler arasındaki basınç dağılımına ve yatak-rotor sisteminin dinamik karakteristiklerine olan etkilerini teorik ve deneysel olarak araştırmışlardır. Yang ve ark. yaptıkları çalışmada orifis tipleri ve orifislerin yataktaki konumlarının yatak karakteristiklerine olan etkilerini incelemişlerdir. Çalışmalarında besleme deliklerindeki akışın kütle debisinin, besleme deliklerin geometrik özelliklerinin, besleme deliği sayısının ve yatak üzerindeki yerleşiminin iki serbestlik dereceli olarak modelledikleri yatak-rotor sisteminin stabilitesine olan etkilerini, rotorun koordinat eksenlerinde yaptığı hareketler üzerinden araştırmışlardır [17]. Wang ve Yau yaptıkları çalışmada yüksek hızda çalışan bir matkap ucunun yataklanmasında kullanılan basınçlı hava yatağı için teorik bir çalışma yapmışlardır. Reynold's denklemini SOR ve DTM metotları ile ayırtmışlar ve her bir çözümü birbiriyle karşılaştırmışlardır. Nümerik analiz sonucunda elde ettikleri basınç dağılımı ile rotora etkiyen kuvvetleri bularak iki serbestlik dereceli olarak modelledikleri rotorun farklı ağırlıkları için dinamik davranışlarını analiz etmişlerdir [18]. Otsu ve ark., teorik ve deneysel çalışmaları ile, basınçlı hava yataklarında, birleşik kısıcı tip besleme deliğine sahip basınçlı hava yatağı ve besleme deliği çıkışına açılmış bir kanallı tip besleme sistemine sahip basınçlı hava yatağının performanslarını ve bu yataklar ile desteklenmiş yatak rotor sistemlerinin stabilitesini araştırmışlardır. Deneysel çalışmalarında bir tane basınçlı hava yatağı ile desteklenmiş rotoru eksenel olarak konumlandırmışlar ve rotorun her bir koordinat eksenindeki hareketlerini ölçmüşler ve bu zaman serilerini kullanarak sistemin dinamiğini incelemişlerdir [19].

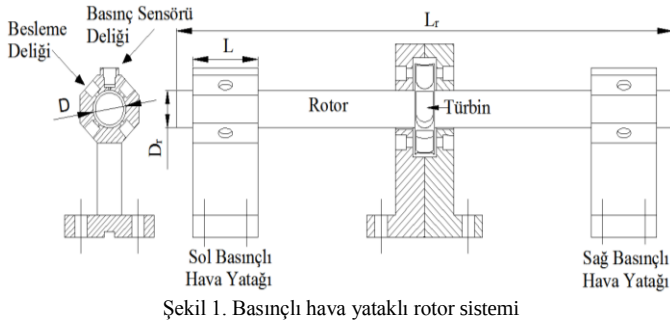
Xu ve Jiang, basınçlı hava yatakları ile desteklenmiş yüksek hızlı matkap sisteminin dinamiğini teorik ve deneysel olarak araştırmışlardır. Yaptıkları çalışmada, eksenel konumlandırılmış yatak-rotor sistemini 5-serbestlik dereceli olarak modellemişlerdir. Basınç dağılımını pertürbasyon ve sonlu farklar metotları ile elde ederek, sistemin dinamik karakteristiklerini hesaplamışlardır. Deneysel çalışmalarında, rotorun her bir koordinattaki hareketlerini ölçmüşlerdir. [20].

Literatürde, basınçlı hava yatakları ile desteklenmiş bir yatak-rotor sisteminin dinamiğinin araştırılması üzerine bir çok araştırma mevcuttur. Ancak bu araştırmalarda, sistemin dinamiği, hem teorik çalışmalar kapsamında hem de deneysel çalışmalar kapsamında rotorun kartezyen koordinat eksenlerinde yaptığı hareketler üzerinden incelenmiştir. Basınçlı hava yataklı rotor sistemlerinde, rotorun yatak içerisindeki hareketi, yüzeyler arasındaki havanın hareketini yani, basınç dağılımını, etkilemektedir. Dolayısıyla, rotorun hareketi süresince, yüzeyler arasındaki basınç değerlerinin değişimi, rotorun dinamik bilgisini içerecektir. Ancak rotorun hareketleri ile yatak içi basınç değerlerinin değişimi arasındaki ilişkinin incelenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, iki ucundan basınçlı hava yatakları ile desteklenmiş bir yatak-rotor sisteminde, rotorun kartezyen koordinat eksenlerinde (dikey ve yatay eksenlerde) yaptığı hareketler ile yatak içi basınç değişimi arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu kapsamda, iki ucundan basınçlı hava yatakları ile desteklenmiş bir yatak-rotor test sistemi kurulmuş ve rotorun yatay ve dikey eksenlerdeki hareketleri yakınlık ölçer sensörler ile, yatak içi basınç değerleri ise basınç sensörleri ile toplanmıştır. Sensörlerden alınan veriler, MATLAB ortamında, sembolik bütünleştirme yaklaşımlığı (SAX) yöntemi ile sembolik olarak temsil edilerek, rotor titreşimleri ile yatak içi basınç değerlerinin değişimleri arasındaki minimum uzaklıklar hesaplanmış ve veriler arasındaki ilişki araştırılmıştır.

II. TEST SİSTEMİ

Basınçlı hava yatakları ile desteklenmiş bir yatak-rotor sisteminde, yatak ve rotor yüzeyleri arasındaki yatak içi basınç değişimi verileri ile, rotorun konum verileri arasındaki ilişkinin araştırılması için, bir test sistemi kurulmuştur. Bu test sisteminde kullanılan yatak-rotor sistemi şematik olarak Şekil 1'de verilmiştir. Test sisteminde, radyal boşluk miktarı 75 μm ve yatak boy-çap oranı (L/D) 2 olan basınçlı hava yatakları kullanılmıştır. Bu yataklar dörder adet besleme deliğine sahip olup, besleme delikleri yatak çevresine eşit aralıklarla yerleştirilmiştir. Testlerde, boyu (L_r) 380 mm ve çapı (D_r) 24.75 mm olan rotorun, dönüş hareketi, üzerine yerleştirilmiş türbin ile sağlanmıştır. Böylelikle elektrik motorunun kullanılması durumunda gerekli olan dişli, kayış-kasnak gibi bağlantı yöntemlerinde ortaya çıkabilecek, yatak-rotor sisteminin dinamiğini etkileyen bozucu girişler ortadan kaldırılmıştır.

Basınçlı hava yatakları ile desteklenmiş yatak-rotor sistemi, pnömatik hat ve veri toplama sistemi Şekil 2'de ve test sistemindeki sensörler yerleştirilmiş bir basınçlı hava yatağına ait fotoğraf Şekil 3'de verilmiştir. Yatak içerisindeki basınç, her bir yatağa yerleştirilen birer adet Kulite Semiconductor



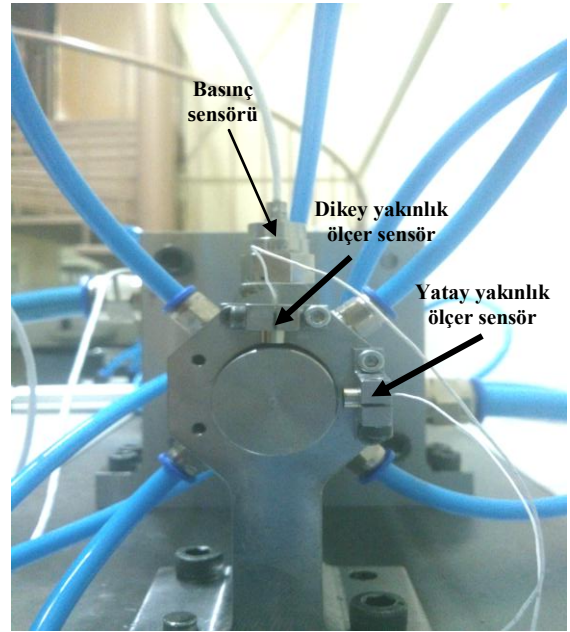
Şekil 1. Basıncı hava yataklı rotor sistemi

HEM-375 model basınç ölçer sensörler kullanılarak, rotorun yatak içerisindeki yatay ve dikeydeki konumu her bir yatağa yerleştirilen ikişer adet Micro Epsilon Eddy3300 model yakınlık ölçer sensörler kullanılarak ve rotorun dönüş hızı B&K MM-0024 model temassız takometre kullanılarak ölçülmüştür. Testlerde, ölçüm verilerinin bilgisayara aktarılması ve depolanması için NI-6052 bilgisayarlı veri toplama sistemi kullanılmıştır.

Test sisteminde kullanılan pnömatrik hat, kompresör, kurutucu, regülatör, pnömatrik dağıtıcılar ve pnömatrik hortumlardan oluşmaktadır. Kompresörden çıkan basınçlı hava kurutucudan geçerek su ve partikülden arındırılmaktadır. Kurutucudan çıkan basınçlı hava türbine ve basınç regülatörüne iletilmektedir. Basınç regülatöründe besleme basıncı ayarlanan hava, pnömatrik dağıtıcılar ile sağ, sol ve eksenel basınçlı hava yatakları üzerindeki besleme deliklerine iletilmektedir.

III. SEMBOLİK BÜTÜNLEŞTİRME YAKLAŞIKLIĞI YÖNTEMİ

Basıncı hava yatakları ile desteklenmiş bir yatak-rotor sisteminde, yatak içerisindeki basınç değerleri ile rotorun konum verilerinin karşılaştırılması için Sembolik bütünleştirme yaklaşıklığı (Symbolic Aggregate Approximation, SAX) kullanılmıştır. SAX yöntemi, verilerin sembolik olarak ifade edilmesinde kullanılan yaygın bir veri temsil yöntemidir [21]. SAX yöntemi, bir zaman serisini eşit aralıklara bölüp bu eşit aralıktaki verileri ortalamaları ile

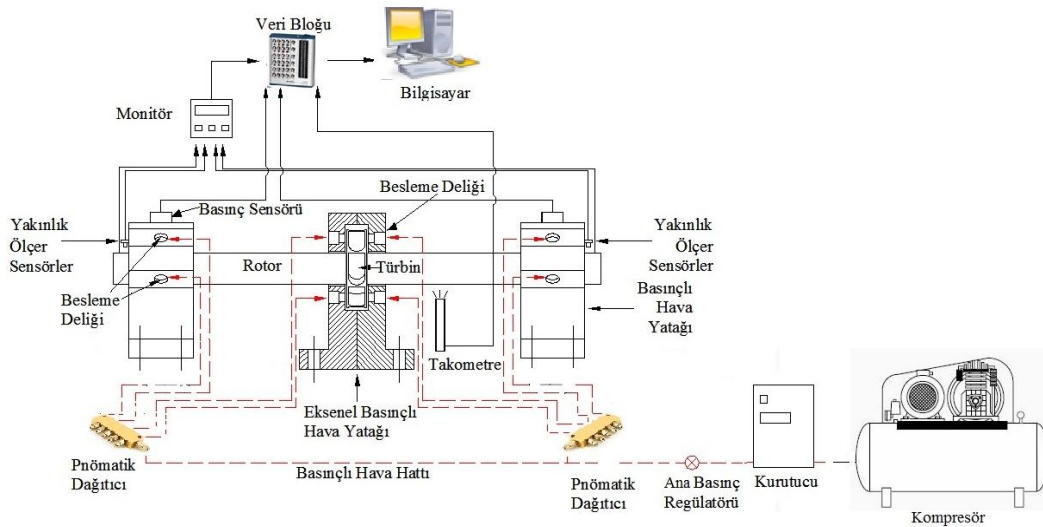


Şekil 3. Basıncı hava yatağı ve sensörlerin yerleşimleri

ifade eden Piecewise Aggregate Approximation (PAA) yöntemi üzerinden geliştirilmiştir. SAX yöntemi, n boyutlu bir zaman serisinin, sembolik olarak ifade edilmesi için aşağıda sıralanan yöntemleri uygular [22].

- İlk olarak, verilerin karşılaştırılabilmesi için n boyutundaki zaman serisinin ortalaması 0 standart sapması 1 olacak şekilde normalleştirme yapılır.
- Normalleştirilen veriler, PAA yöntemi ile boyutu indirgenerek, belirli boyutta vektörler ile ifade edilir.
- Standart normal dönüşüm kullanılarak tespit edilen kesme noktalarına göre, sembolik olarak ifade edilir

SAX metodunda, sembolik dönüşüm için karakter sayısı, yöntemin parametresi olup, standart normal dönüşümdeki kesme noktaları bu parametreye bağlı olarak belirlenir. Belirlenen karakter sayısı (k) ve kesme noktalarına ($\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$) bağlı olarak sembolik dönüşüm gerçekleştirilir.



Şekil 2. Basıncı hava yataklı rotor test sistemi

IV. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, iki ucundan basınçlı hava yatakları ile desteklenmiş bir yatak-rotor sisteminde, yatak ve rotor yüzeyleri arasındaki basınç verileri ile rotorun konum verileri arasındaki ilişki zaman serilerinin sembolik temsil metotlarından biri olan SAX yaklaşımı ile araştırılmıştır. Bu kapsamda, iki ucundan basınçlı hava yatakları ile desteklenmiş yatak-rotor sistemi üzerinden yatak içi basınç değerleri, rotorun konumu ve rotorun hızı ölçülmüştür. Yapılan deneysel çalışma ile konum ve basınç verileri birbiri ile karşılaştırılmış ve veriler arasındaki en küçük uzaklıklar hesaplanarak veriler arasındaki ilişki incelenmiştir.

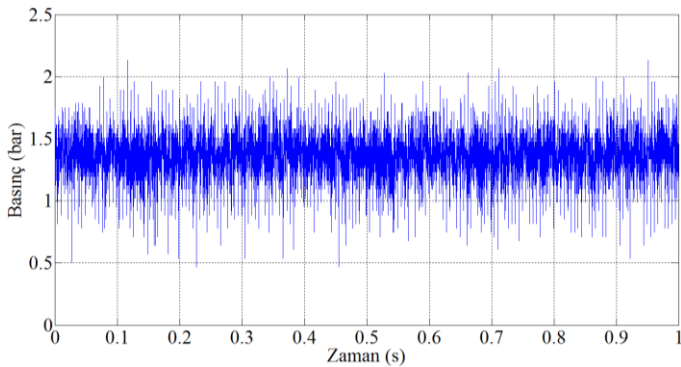
A. Deneysel Çalışma ve Test Verileri

Test kapsamında, iki ucundan basınçlı hava yatakları ile desteklenmiş yatak-rotor test sistemi 3 atm besleme basıncında çalıştırılmıştır. Rotorun hızı temassız takometre ile 10000 dev/dak ayarlanmış ve sensörlerden 10 kHz örnekleme frekansı ile 1 s'lik veriler bilgisayar tabanlı veri toplama sistemi ile toplanmış ve kaydedilmiştir. Toplanan ham verilere örnek olması amacıyla sağ basınçlı hava yatağı üzerindeki basınç sensörü ve bu yatak üzerinde dikey konumlandırılmış yakınlık ölçer sensörü verileri sırasıyla Şekil 4 ve Şekil 5'de verilmiştir.

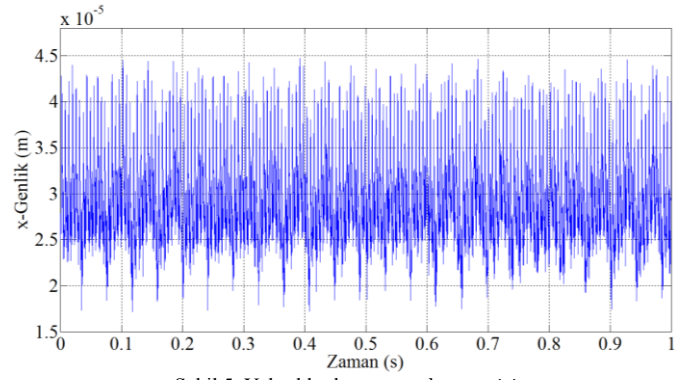
Ham veriler incelendiğinde, yakınlık ölçer ve basınç sensörlerinden yüksek örnekleme frekansı ile toplanan verilerin bir çok dalgalanma ve gürültü içerdiği görülmektedir. Sensörlerden alınan bu zaman serilerinin birbiri ile karşılaştırıldığında elde edilecek sonuçların anlamlı ve anlaşılır olabilmesi için, verilere filtre uygulanmıştır. Bu kapsamda, MATLAB ortamında tasarlanan düşük geçirenli Butterworth filtresi ile, veriler içerisindeki 200 Hz ve üstündeki frekans bileşenleri filtrelenmiştir. Sağ basınçlı hava yatağı üzerine yerleştirilmiş basınç sensörü ve bu yatak üzerine dikey konumlandırılmış yakınlık ölçer sensörü için, SAX metodu ile analiz edilmeye hazır, filtrelenmiş veri örnekleri sırasıyla Şekil 6 ve Şekil 7'de verilmiştir.

B. Basınç ve Konum Verileri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi

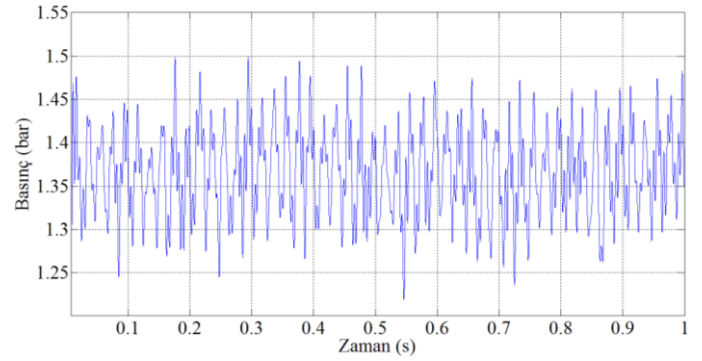
Yatak ve rotor yüzeyleri arasındaki basınç değerlerinin zamana bağlı değişimleri ile rotorun basınçlı hava yatakları içerisindeki yaptığı hareketlerin zamana bağlı değişimleri birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Bu kapsamda basınç ve yakınlık ölçer sensörlerinden alınan ve filtrelenen zaman serileri



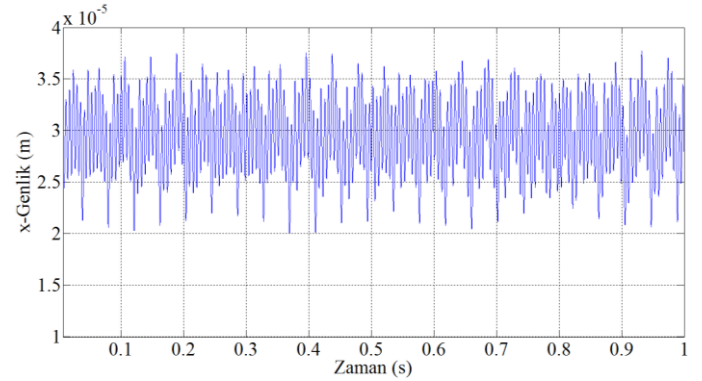
Şekil 4. Basınç ölçer sensör ham verisi



Şekil 5. Yakınlık ölçer sensör ham verisi



Şekil 6. Filtrelenmiş basınç sensörü verisi



Şekil 7. Filtrelenmiş yakınlık ölçer sensör verisi

cinsinden veriler, MATLAB ortamında Lin ve ark., [22] tarafından geliştirilen kod ile sembolik matrisler şeklinde ifade edilmiştir. Kullanılan bu yöntemde, her bir sensörden alınan zaman serileri 8 karakterlik 3 harf ile temsil edilmiştir. Zaman serilerinin sembolik olarak temsil edilmesinin ardından, sağ ve sol basınçlı hava yataklarındaki basınç ölçer sensör verileri ile bu yataklar üzerine yatay ve dikey olarak yerleştirilmiş yakınlık ölçer sensör verileri arasındaki minimum uzaklıklar, hesaplanarak Tablo I'de verilmiştir. Deneysel veriler kullanılarak hesaplanan minimum uzaklıkların karşılaştırılabilmesi amacıyla, yatak-rotor test sistemine ait parametreler kullanılarak gerçekleştirilen ve [23] de verilen sayısal simülasyon sonuçları için, basınç değişimleri ve rotor konumları SAX yöntemi ile sembolik matrisler şeklinde ifade edilmiş ve bu veriler arasındaki minimum uzaklıklar hesaplanarak Tablo II'de verilmiştir.

TABLO I. DENEYSEL VERİLER ARASINDAKİ MINİMUM UZAKLIKLAR

Basınç Sensörleri	Yakınlık Ölçer Sensörler			
	Sağ Yatak		Sol Yatak	
	Dikey Konum	Yatay Konum	Dikey Konum	Yatay Konum
Sağ Yatak	31,05	33,98	34,52	35,24
Sol Yatak	32,51	32,97	28,96	29,43

TABLO II. SİMÜLASYON VERİLERİ ARASINDAKİ MINİMUM UZAKLIKLAR

Basınç Değerleri	Rotor Konumları			
	Sağ Yatak		Sol Yatak	
	Dikey Konum	Yatay Konum	Dikey Konum	Yatay Konum
Sağ Yatak	31.80	35,96	32,70	34,97
Sol Yatak	30,53	35,33	30,56	32,59

Simülasyon ve deneysel verilere ait minimum uzaklıklar değerleri incelendiğinde, özellikle dikey yöndeki konum verileri için minimum uzaklık değerleri düşük olduğu, diğer bir deyişle basınç değişimi ile rotorun konumu arasında daha güçlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Bunun temel sebebi Şekil 2'de verilen test sisteminde de görüldüğü üzere basınç sensörünün dikey konumda yerleştirilmesidir. Diğer taraftan en düşük değerlerin sol yatak dikey konum-sol yatak basınç verisi için hesaplanan değer ve sağ yatak dikey konum-sağ yatak basınç verisi için hesaplanan değer olması beklenen bir durum iken, sol yatak dikey konum-sağ yatak basınç ve sağ yatak dikey konum-sol basınç verisi için hesaplanan değerlerinin de düşük olduğu görülmektedir. Hem simülasyonu yapılan modelde hem de deneysel çalışmada kullanılan rotor rijit (rijit kabul edilebilir) olduğundan zaman serisinde konum davranışı farklı fazlarda bile olsa temel olarak aynı rotorun sağ ve sol tarafındaki konum davranışının benzer olması da beklenen bir sonuçtur ve simülasyon sonuçları ile deneysel sonuçlar birbirini destekler mahiyettedir. Deneysel ve simülasyon verileri için elde edilen sonuçlar tabloları birbiri ile karşılaştırıldığında rotorun yatay hareketi ile basınç değerleri arasındaki uzaklıkların daha büyük olduğu görülmektedir.

V. SONUÇLAR

Basınçlı hava yatakları ile desteklenmiş bir yatak-rotor sisteminde, yatak ve rotor yüzeyleri arasındaki basınç değişimi, sistemin dinamiğini doğrudan etkilemektedir. Bu kapsamda, yatak içi basınç değerleri ve yatak-rotor sistemi titreşimlerinin ilişkilendirilmesi için, basınç değerleri ile rotorun konumu arasındaki ilişki SAX metodu ile karşılaştırılmıştır. Yapılan analiz ile, basınçlı hava yatağı üzerine dikey konumlandırılmış yakınlık ölçer sensör verisi ile aynı yatak üzerindeki basınç ölçer sensör verisi arasındaki ilişkinin hem yatay konumlandırılmış yakınlık ölçer sensöre göre hem de diğer basınçlı hava yatağı üzerindeki sensörlere göre, sensörlerin yerleşimlerinden dolayı beklendiği gibi daha küçük minimum uzaklık değerine sahip olduğu görülmüştür.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TUBİTAK-ARDEB1001 programı çerçevesinde 112M847 kodlu projeden elde edilen sonuçlar ile hazırlanmıştır.

Sembolik Bütünleştirme Yaklaşıklığı yöntemi konusunda, bu çalışmaya katkı sağlayan Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Öğretim Üyesi Sayın Doç. Dr. Diyar AKAY'a teşekkür ederiz.

REFERANSLAR

- [1] K. Czolczynski, Rotordynamics of Gas-Lubricated Journal Bearing Systems, NewYork, Springer, 1999.
- [2] V. N. Constantinescu, Methods for calculating characteristics of infinitely long slider bearings consisting of plane surfaces and lubricated by gas," Studii si Cercetari de Mecanica Aplicata, vol. 7 (3), pp. 81-105, 1956.
- [3] J. S. Ausman, "The fluid dynamic theory of gas lubricated bearing," Trans. Amer. Soc. Lub., Engrs., vol. 79 (6), pp. 1218-1224, 1957.
- [4] C. H. Robinson, F. Sterry, "The static strength of pressure fed gas journal bearings, jet bearings," AERE Report, 2642, Harwell, 1958.
- [5] G. Heinrich, "The theory of the externally pressurized bearings," 1st International Symposium on Gas-Lubricated Bearing, USA, 42 1959.
- [6] W. A. Gross, "Investigation of whirl in externally pressurized air-lubricated journal bearings," Trans. Amer. Soc. Mech. Engr. J. Basic Eng., vol. 84, pp. 132-140, 1962.
- [7] D. S. Allen, P. J. Stokes, and S. Whitley, "The performance of externally pressurized bearings using simple orifice restrictors," Trans. Amer. Soc. Lub. Engrs., vol. 4 (1), pp. 181, 1961.
- [8] J. H. Laub, "Externally pressurized gas bearings," Trans. Amer. Soc. Lub. Engrs., vol. 4 (1), pp. 261-265, 1961.
- [9] J. R. Lemon, "Analytical and experimental study of externally pressurized air-lubricated journal bearings," Trans. Amer. Soc. Mec. Lub. Engrs. J. Basic Engng., vol. 84 (1), pp. 159-168, 1962.
- [10] E. H. Dudgeon, and I. R. G. Lowe, "A theoretical analysis of hydrostatic gas journal bearings," Mechanical Engineering Report, 54, Canada, 15-50, 1965.
- [11] V. N. Constantinescu, and M. Salcudean, "An approximate method for analysis of externally pressurized journal bearings," 4. International Gas Bearing Symp., Southampton, 1-6, 1967.
- [12] R. Cunningham, E. Gunter, R. Center, "Critical Speeds of a Rotor in Rigidly Mounted, Externally Pressurized Air-lubricated Bearings," NASA, USA, Technical Report, NASA-TN-D-6350, E-6134, 1971.
- [13] J. W. Powell, The design of aerostatic bearings, Machinery Publishing Co. Limited, UK, pp. 110-160, 1970.
- [14] H. Mori, A. Mori, H. Doi, "Whirl Analysis of externally Pressurized air journal bearing," Trans. of JSME, vol. 36 (283), pp. 494-501 1970.
- [15] C. Wang, "Application of a hybrid method to the nonlinear dynamic analysis of a flexible rotor supported by a spherical gas-lubricated bearing system," Nonlinear Analysis: Theory, Method & Applications, vol. 70 (5), pp. 2035-2053, 2009.
- [16] N. Wang, and C. Chang, "An Application of Newton's Method to the Lubrication Analysis of Air-Lubricated Bearings," Tribology Transactions, vol. 42 (2), pp. 419-424 1998.

- [17] P. Yang, K. Zhu, X. Wang, "On the non-linear stability of self-acting gas journal bearings," *Tribology International*, vol. 42 (1), pp. 71-76 2009.
- [18] C. Wang, H. Yau, "Theoretical analysis of high speed spindle air bearings by a hybrid numerical method," *Applied Mathematics and Computation*, vol. 217 (5), pp. 2084-2096, 2010.
- [19] Y. Otsu, K. Somaya, S. Yoshimoto, "High-speed stability of a rigid rotor supported by aerostatic journal bearings with compound restrictors," *Tribology International*, vol. 44 (1), pp. 9-17, 2011.
- [20] C. Xu, S. Jiang, "Dynamic Analysis of a Motorized Spindle With Externally Pressurized Air Bearings," *ASME.J. Vib. Acoust.* vol. 137(4) pp. 041001-041001-16 2015.
- [21] J. Lin, E. Keogh, S. Lonardi, B. Chiu, "A Symbolic Representation of Time Series, with implications for Streaming Algorithms," In *Proceedings of the 8th ACM SIGMOD Workshop on Research Issues in Data Mining*, vol. 2 (11), 2003.
- [22] M. Y. ONAT, E. YILDIZTEPE, "Zamansal Veri Madenciliği ve Anomali Tespiti için Bir Uygulama," *Akademik Bilisim Konferansları*, Eskisehir, Subat 2015.
- [23] A. Dal, T. Karaçay, "On the Numerical and Experimental Analysis of Internal Pressure in Air Bearings," *International Conference on Tribology and Interface Engineering*, İstanbul, Temmuz, 2015.

Troid Hastalığının Karar Ağaçları, kNN ve SVM ile Sınıflandırılması Classification of Thyroid Data Using Decision Trees, kNN and SVM Methods

Kutlucan GORUR¹ M.Serdar BASCIL¹ M.Recep BOZKURT² Feyzullah TEMURTAS¹

Bozok Üniversitesi Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü YOZGAT¹
kutlucan.gorur@bozok.edu.tr serdar.bascil@bozok.edu.tr feyzullah.temurtas@bozok.edu.tr

Sakarya Üniversitesi Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü SAKARYA²
mbozkurt@sakarya.edu.tr

ÖZET—Troid Hastalığı bütün yaşlarda ve cinsiyetlerde yaygın olarak görülen Troid bezinin yeterli çalışmaması sonucunda oluşan bir hastalıktır. Bu çalışmada ilgili veri seti UCI Machine Learning Repository isimli siteden indirilmiş ve bu verilerin sağlıklı-hasta sınıfından hangisine ait olduğunun belirlenmesi temel bir amaç olmuştur. Troid verileri normal ve hyper-hypo isimli iki hastalık verisi olmak üzere üç sınıfa ait 215 örnek ve 5 nitelikten oluşmaktadır. Yapılan bu Troid hastalığı sınıflandırma çalışmasında Karar Ağaçları-Gini Algoritması, kNN ve SVM isimli yöntemler kullanılmış ve başarı oranları kıyas edilmiştir. Karar Ağacındaki başarı oranı 2 düğümde %84 iken, kNN'deki sınıflandırma başarı oranı %90.6 ve SVM deki başarı oranı %98.77 olarak elde edilmiştir. İki düğümde %84 başarı oranı Troid hastalığı ile ilgili beş nitelikten oluşan hastalığı sınıflandırmak açısından önceki çalışmalara göre önemli bir avantaj yakaladığı görülmüştür. Bununla beraber SVM'deki başarı oranı klasik %70 eğitim-%30 test veri değerlendirmesi açısından önceki çalışmalardan daha iyi performans gösterdiği de görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Karar Ağaçları, kNN, SVM, Troid Hastalığı Sınıflandırma

Abstract—Thyroid Gland is very common in all ages and genders because of impairing Thyroid. Our main aim is to classify Thyroid data which is online database in UCI Machine Learning Repository Website. Concerned data consists of 215 samples and 5 attributes for 3 classes which one is normal the others are sick. In this thyroid classification study, the decision trees-Gini algorithm, kNN method and SVM were employed and their classification accuracies were compared each other. While classification performance is %84 in 2 nodes in Decision Trees-Gini Index, %90.6 and %98.77 performances were achieved by kNN and SVM methods respectively. At two nodes in Gini Index, %84 accuracy performance is good enough to distinguish this study to other ones in literature. Also SVM's accuracy outperformed in terms of classic %70 training-%30 test data estimation among other Thyroid

data studies. In the study three method algorithms was explained and compared each other in terms of accuracy performance.

Keywords: Decision Tree-Gini Index, kNN ,SVM, Thyroid Data Classification

I. GİRİŞ

Troid hormonu Troid bezi tarafından vücut metabolizmasını düzenlemek amacıyla üretilir. Troid verileri Troid bezi tarafından üretilen hormonların ölçümü yapılarak elde edilir. Troid iki önemli hormonu aktive eder. Bunlar; levothyroxine (T4) ve triiodothyronine (T3) hormonlarıdır. Bu hormonlar proteinlerin üretiminde, vücut sıcaklığının düzenlenmesinde ve bütün enerjinin üretimi ve düzenlenmesinde önemli bir rol oynar. Genel olarak Troid hastalığı, Troid bezi ve fonksiyonlarının düzensiz çalışmasından veya Troid bezinde oluşan Tümör sebebiyle tanınlanmaktadır. Birçok Troid hastalığı önemli ölçüde iyileştirilmektedir. Troid hormonunun çok üretilmesi hyperthyroidism, az çalışması hypothyroidism olarak isimlendirilmektedir [1,2].

Sınıflandırma algoritmaları ve alanları akademik çalışmalarda istatistik bilimlerin ötesinde bilgisayar bilimleri gibi alanlarda da özellikle veri madenciliği alanında sıkça kullanılmaktadır [3].Sınıflandırma çalışmaları endüstride, banka kredi tahmininde, el-ses tanıma uygulamalarında, hatalı ürün ayıklama ve hastalık verilerinin sınıflandırılması gibi medikal uygulamalarda sıkça kullanılmaktadır [4].Sınıflandırma işlemi içinde hastalık verilerinin sınıflandırılması için kullanılan metodların bazıları şunlardır; yapay sinir ağları, en yakın komşuluk-kNN, SVM , karar ağaçları, genetik algoritma ve bulanık mantık [5].

İlgili çalışmada kullanılan methodlardan ilki karar ağaçlarıdır. Karar ağaçları, veri madenciliği içinde özellikle büyük veri setleri içinde sınıflandırma için geliştirilmiş yöntemlerdir [6]. Karar ağaçları yüksek miktarda veri içeren sınıflandırma işlemlerinde doğruluk oranı diğer yöntemlere göre daha yüksek olduğundan FPGA tabanlı hızlı programlanabilir entegrelerle kullanılabilir [7]. En yakın komşuluk yöntemi ve SVM (Destek Vektör Makineleri) de literatürde sıkça kullanılan diğer sınıflandırma yöntemleri arasındadır [8,12]. Çalışmada kural tabanlı yöntemler diye isimlendirilen karar ağaçları-gini algoritması, kNN sınıflandırma methodu ve SVM başarımları kıyas edilmiştir.

Çalışmada kullanılan troid hastalığına ait veriler UCI Machine Learning isimli veri tabanı internet sitesinden indirilmiş ve kullanılmış [9]. İlgili troid verisinde 215 örnek ve 5 nitelik vardır ve 3 sınıfa aittir [8]. Kullanılan troid verileri önceki akademik çalışmalarda sıkça yer bulmuş olup elde edilen sınıflandırma başarı düzeyleri %79-%99 arasında olup, kullanılan sınıflandırma algoritması genel olarak YSA olarak görülmektedir [11,12]. Karar Ağaçları sınıflandırma yöntemi de ilgili çalışmada yer bulmuş, 5-6 düğümde başarı oranları %90' üzerinde çıktığı gözlenmiştir [13]. Aynı veri seti ile yapılan akademik çalışmalar kısaca Tablo 4'de özetlenmiştir.

II. METHOD ve VERİ

A. Veri Tanımı

Bu çalışmada kullanılan ilgili veri kümesi UCI Machine Learning internet sitesinden indirilmiş olup Troid verileri ile ilgili bilgiler şunlardır [10].

İlgili veri kümesi 215 örnekten oluşmakta ve 3 sınıftan oluşmaktadır. Çalışmada 215 veri kümesinin %70 i eğitim için %30'u test için kullanılmıştır. Çalışmada %30'luk veri kümesi için sınıflandırma başarımları karar ağaçları-gini algoritması ve kNN kullanılarak hesaplanmış ve ROC analizi yapılmıştır.

İlgili veri kümesinin tanımı ve özellikleri şu şekilde tanımlanmıştır:

1.Özellik Tanımı

Özellik Numaraları:

1: Sınıf Özellikleri (1 : normal, 2 : hyper, 3 :

hypo)

2: T3-resin alma test. (Yüzdelik Oran)

3: Total Serum thyroxin miktarı, isotopic mesafe yöntemi ile ölçülen miktar

4: Total serum triiodothyronine , radioimmuno tahlili yöntemi ile ölçülen miktar

5: Basal thyroid-uyarıcı hormonu (TSH) radioimmuno tahlili yöntemi ile ölçülen miktar

6: TSH değerinin Maximum mutlak farkı.

2. Her sınıfa ait örnek sayısı

Sınıf 1: {normal} 150

Sınıf 2: {hyper} 35

Sınıf 3: {hypo} 30

Çalışmada eğitim ve test veri sayıları şu şekilde düzenlenmiştir:

Eğitim Veri Kümesi Sayıları:

Sınıf 1: {normal} 105

Sınıf 2: {hyper} 25

Sınıf 3: {hypo} 21

Test Veri Kümesi Sayıları:

Sınıf 1: {normal} 45

Sınıf 2: {hyper} 10

Sınıf 3: {hypo} 9

B. Karar Ağaçları - Gini Algoritması

Veri madenciliğinin sınıflandırma ile ilgili konuları arasında yer alır. Yöntem 1984'te Breiman tarafından ortaya konulmuştur. Her bir karar düğümünden itibaren ağacın iki dala ayrılması ilkesine dayanır. Bir düğümde seçme işlemi yapıldığında, düğümlerden sadece iki dal ayrılabilir. CART algoritmasında, bir düğümde belli bir kriter uygulanarak bölünme işlemi gerçekleştirilir. Öncelikle tüm niteliklerin var olduğu değerler göz önüne alınır ve tüm eşleşmelerden sonra ikili bölünme elde edilir [1].

Karar Ağacı yönteminde Gini Algoritması dışında kullanılan yöntemlerden diğerleri ID3 ve C4.5 algoritmalarıdır [4]. Gini algoritması nitelik değerlerinin sol ve sağ olmak üzere iki bölüme ayrılması temeline dayanmaktadır.

Gini algoritmasının adımları şu şekildedir:

a) İlgili nitelik değerleri ikili olarak gruplanır. Bu şekilde elde edilen sol ve sağ ayrılmalara karşılık gelen sınıf değerleri gruplandırılır.

b) İlgili her nitelik için ilgili sol ve sağ kısımdaki bölünmeler için $Gini_{sol}$ ve $Gini_{sağ}$ değerleri hesaplanır.

$$Gini_{sol} = 1 - \sum_{i=1}^k \left(\frac{Li}{|T_{sol}|} \right)^2 \quad (1)$$

$$Gini_{sağ} = 1 - \sum_{i=1}^k \left(\frac{Ri}{|T_{sağ}|} \right)^2 \quad (2)$$

Bu ifadede yer alan kavramlar şunlardır:

- k Verideki toplam sınıf sayısı
- T Bir düğümdeki örneklerin sayısı
- |Tsol| Sol kısımdaki örneklerin sayısı
- |Tsağ| Sağ kısımdaki örneklerin sayısı
- Li Sol kısımda i.grupların örneklerin sayısı
- Ri Sağ kısımda i.grupların örneklerin sayısı

c) İlgili bütün j niteliği için, n eğitim kümesindeki satır

sayısı olmak üzere aşağıdaki bağıntının ifadesi şu şekilde hesaplanır:

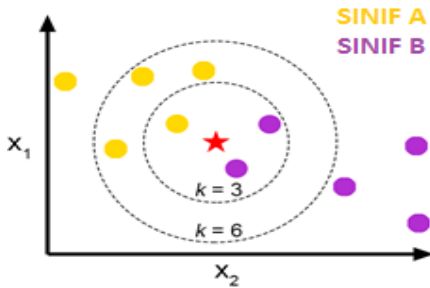
$$Gini_j = 1/n (|T_{Sol}| \cdot Gini_{Sol} + |T_{Sağ}| \cdot Gini_{Sağ}) \quad (3)$$

d) İlgili j niteliği için hesaplanan $Gini_j$ değerleri arasından en küçük olanı seçilir böylece bölünme bu nitelik üzerinden gerçekleştirilir.

e) Baştaki (a) adımına dönülerek işlemlere devam edilir [3].

C. En Yakın Komşuluk Algoritması- kNN

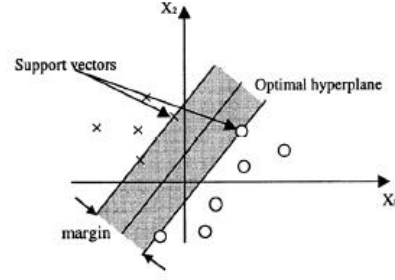
Bu methotta yeni durum daha öncesinde sınıflandırılmış benzer, en yakın komşuluğundaki k tane olaya bakılarak sınıflandırılır. k tane en yakın komşulukdaki olayların mevcut olduğu sınıflar sayılır ve yeni durum sayısı fazla olan sınıfa atanır. Bu methotta öncelikle nitelikler arasındaki mesafeyi ölçmek için bir ölçme yöntemi oluşturulur. Olaylar arasındaki uzaklıklar hesaplandıktan sonra, yeni olayların sınıflandırılması için mevcut sınıflandırılmış olan durumlar temel olarak alınır. Kayıtlar, bir veri uzayındaki noktalar olarak düşünülürse, birbirine yakın olan kayıtlar, birbirinin yakınında (yakın komşusu) olur. k en yakın komşuluğunda mantıksal düşünce “komşunun yaptığı gibi yap” tır [3]. Şekil 1’de gösterildiği üzere yeni verinin hangi sınıfa ait olduğu o verinin en yakın k tane komşuluğunun uzaklığına bakılarak ve ilgili k komşuluk içerisindeki en fazla sınıfı olan sınıfa dahil edilerek gerçekleştirilmektedir.



Şekil 1: kNN yöntemi ve sınıflandırma mantığı

D. SVM - Destek Vektör Makinesi

İki sınıfı birbirinden ayırmak için kullanılan en basit ve temel yöntem iki sınıfı lineer bir doğru ile ayırmaktır. SVM diye isimlendirilen Destek Vektör Makineleri, Hyperplane isimli iki sınıfı ayıran lineer bir doğru ve bu doğruların her iki yanında destek vektörlerinin arasındaki mesafeyi maksimum yapacak lineer veya non-linear doğrular ile sınıflandırma işlemini gerçekleştirmektedir [12].



Şekil 2: Destek Vektör Makinesi ve Hyperplane

III. SONUÇLAR

Çalışmada karar ağacı, kNN ve SVM yöntemi Troid hastalığına ait verilerin işlenmesi sonucu ortaya çıkan sonuçlar tablolarda gösterilmiştir. Çalışmada karar ağacı ile ilgili sonuçlar 2 düğüm noktasında elde edilmiş olup başarı oranları ROC analizi yapılarak tesbit edilmiştir.

Tablo 1 : Karar Ağacı 1. düğüm için eğitim kümesi sonuçları Kural 1

	Nitelik 1	Nitelik 2	Nitelik 3	Nitelik 4	Nitelik 5		
Sınıf 1	47	58	64	41	63	42	104
Sınıf 2	20	5	0	25	3	22	25
Sınıf 3	1	20	21	0	19	2	2
Gini İndex	0.4356	0.4500	0.3720	0.4706	0.3994	0.4830	0.3331
Gini İndex Son.	0.4435	0.4151	0.4360	0.3015	0.0950	0.3821	0.4996
	sol	sağ	sol	sağ	sol	sağ	Min ve İlk Düğüm
	1.nitelik	2.nitelik	3.nitelik	4.nitelik	5.nitelik		
1.Kural	4. nitelik için ortalaması 3 ün altında kalan veriler 1 ve 2. sınıfa ait 3 ün üstünde kalan veriler 3.sınıfa ait diyebiliriz.						

Tablo 2: Karar Ağacı 2.düğüm için eğitim kümesi sonuçları ve Kural 2

	Nitelik 1	Nitelik 2	Nitelik 3	Nitelik 4	Nitelik 5		
Sınıf 1	37	68	82	23	63	42	25
Sınıf 2	20	5	0	25	3	22	13
Sınıf 3							
Gini İndex	0.4555	0.1276	0	0.4991	0.0868	0.4512	0.4501
Gini İndex	0.2714	0.1843	0.2662	0.2921	0.2529		
	sol	sağ	Min ve İkinci Düğüm	sol	sağ	sol	sağ
	1.nitelik	2.nitelik	3.nitelik	4.nitelik	5.nitelik		
2.Kural	2. nitelik için ortalaması 11 ün altında kalan veriler 1. sınıfa ait 11'in üstünde kalan veriler 2.sınıfa ait diyebiliriz.						

Tablo 3: Karar Ağacı Sınıflandırma Başarısı ve ROC analizi sonuçları

Duyarlılık = DP / (DP + YN)		0,71429	DP=15
Özgüllük = DN / (DN + YP)		0,90698	DN=39
Doğruluk = (DP+DN) / (DP+YP+YN+DN)		0,84375	YP=4
			YN=6

Görüldüğü gibi Karar Ağacı yapısı eğitim kümesi analizi yapılarak oluşturulmuş kuralları belirlenmiş ve Tablo-1 ve Tablo-2'de gösterilmiştir. Sınıflandırma başarıları sonuçları ise test verisi kullanılarak elde edilmiş ve Tablo-3'de gösterilmiştir. kNN, SVM ve karar ağacı yapısı başarı oranı kıyaslamaları önceki çalışmalar ve ilgili çalışmamız Tablo-4'de gösterilmiştir.

Tablo 4: Önceki Troid Verileri ile İlgili Çalışmalar ve İlgili Çalışmamız

Çalışmalar	Method	Başarı Oranı
Ozyilmaz and Yildirim {2002} [1]	MLP ile BP (3×FC)	86.33
	MLP ile FBP (3×FC)	89.80
Pasi {2004} [14]	MLP ile BP	96.24
Polat et al. {2007} [15]	AIRS (10×FC)	81.00
	AIRS ile fuzzy (10×FC)	85.00
Temurtas {2009} [16]	MLNN ile LM (3×FC)	92.96
	PNN (3×FC)	94.43
	LVQ (3×FC)	89.79
Kodaz et al. {2009} [17]	AIRS (10×FC)	94.82
	IG-AIRS (10×FC)	95.90
Dogantekin et al. {2010} [18]	ADSTG (10×FC)	93.77
Liu et al. {2011} [19]	FKNN (10×FC)	98.82
Chen et al. {2012} [20]	FS-PSO-SVM (10×FC)	97.49
Li et al. {2012} [21]	Extreme learning (10×FC)	97.73
Yurtay N.ve Ark {2012} [13]	Karar Ağacı-Gini (3×FC)	94.5
Makas ve Yumusak {2013} [11]	LVQ (3×FC)	98.14
	PNN (3×FC)	99.07
	GRNN (3×FC)	99.07
Saiti ve Arkadaşları {2015} [12]	GA-PNN	100
	GA-SVM	100
Bizim Çalışmamız {2016}	Karar Ağacı-Gini-2 Düzüm (%70-%30)	84
	kNN (%70-%30)	90.6
	SVM (%70-%30)	98.77

Tablo 4'de görüldüğü üzere ilgili çalışmalar arasında bizim çalışmamızdan daha iyi sonuçlar bulunmakla beraber, klasik %70 eğitim-%30 test doğruluğu açısından SVM yönteminin ve aynı zamanda Karar Ağacı yönteminde 2 düğümde %84 başarı oranının diğer çalışmalar içerisinde en iyi sonucu verdiği görülmüştür.

IV. SONUÇ ve TARTIŞMA

İlgili çalışmada veri madenciliği yöntemlerinden Karar Ağacı-Gini Algoritması, kNN algoritması ve SVM metodu Troid Hastalığı verilerinin sınıflandırmasında kullanılmış ve her üç yöntem ile de başarılı sonuçlar elde edilmiştir. kNN sınıflandırma yöntemi ve SVM ile elde edilen sonuçlar her ne kadar yüksek de olsa Karar Ağacı kural tabanlı sistemler olduğundan pratik

anlamda cihaz geliştirmede daha kolay uygulama alanı bulabilmesi yönüyle her üç sınıflandırma yöntemi arasında başarı oranı-uygulanabilirlik açısından bir trade-off söz konusudur. Bu açıdan biyomedikal cihaz geliştirme ve teşhis yöntemleri açısından önemli bir çalışma yöntemi olduğu düşünülmektedir. İlgili çalışmamızda aynı veri setinin çapraz doğrulama mantığı içinde aynı yöntemlerle daha iyi bir sonuç vereceği ve ayrıca bulunan sonuçların Troid hastalığını teşhis-sınıflandırma amacıyla özellikle SVM ve Karar Ağacı (2 düğüm) yöntemlerinin klasik eğitim-test veri seti mantığı içinde literatürdeki diğer yöntemlerden daha iyi sonuç verdiği görülmüştür.

V. REFERANSLAR

- [1] L. Ozyilmaz, T. Yildirim, "Diag. of thyroid disease using ANN methods", ICONIP'02, 2002,2033–2036.
- [2] G. Zhang, L.V. Berardi, "An investigation of neural networks in thyroid function diagnosis", Health Care Manage. Sci.,1998, 29–37.
- [3] Ozkan Yalcın, Veri Madenciliği Yöntemleri, Papatya Yayıncılık, 2013
- [4] Z. Guoqiang Peter, "Neural Networks for Classification: A Survey", IEEE Transcation on Systems, Man, And Cybernetics, Vol. 30, No. 4, 2000
- [5] T.Quoc-Nam, "Mining Medical Databases with Modified Gini Index Classification", Fifth International Conference on Information Technology, 2008
- [6] Chandra B. , P.V. Pallath, "A Robust Algorithm for Classification Using Decision Trees", CIS2006
- [7] N.Ramanathan, H.Daniel, M.Gokhan, C.Alok, Z. Joseph, "An FPGA Imple. of Decision Tree Classification", 2007, EDAA
- [8] S.R. Arefi, T.E., "Voice Analysis for Detecting Parkinson's Disease Using Genetic Algorithm and KNN Classification Method", 18th Iranian Conference on BioMedical Engineering, 2011, Iran
- [9] <http://archive.ics.uci.edu/ml> [Online-2016]
- [10] UCI Machine Learning Repository website. [Online-2016]. <http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Thyroid+Disease>.
- [11] Makas H.,Yumusak N., "A Comprehensive Study on Thyroid Diagnosis by Neural Networks and Swarm Intelligence", ICECCO 2013
- [12] S.Fatemeh, A.Afsaneh , M.Naini, S.Aliyar ,T. Mohammad, "Thyroid Disease Diagnosis Based on Genetic Algorithms using PNN and SVM ",2009 IEEE
- [13] Yurtay N., Adak M.F, Dural D.,Serttas S., "Karar Ağaçlarının Tiroid Hastalığının Tanısında Kullanılmasına İlişkin Bir Çalışma", International Science and Technology Conference, Dubai, 13-15 December 2012
- [14] L. Pasi, "Similarity classifier applied to medical data sets", International Conference on Soft Computing, Estonia, 2004.
- [15] K. Polat, S. Sahan, S. Genes, "A novel hybrid method based on artificial immune recognition system (AIRS) with fuzzy weighted preprocessing for thyroid disease diagnosis", Expert Systems with Applications,2007, 1141–1147.

- [16] F. Temurtas, "A comparative study on thyroid disease diagnosis using neural networks", *Expert Systems with Applications*, 36, 2009, 944–949.
- [17] H. Kodaz, S. Ozsen, A. Arslan, S. Gunes, "Medical application of information gain based AIRS: diagnosis of thyroid disease", *Expert Systems with Applications*, 36, 2009, 3086–3092.
- [18] E. Dogantekin, A. Dogantekin, D. Avci, "An automatic diagnosis system based on thyroid gland", *Expert Systems with Applications*, 37, 2010, 6368–6372.
- [19] D.Y. Liu, H.L. Chen, B. Yang, X. En Lv, L.N. Li, "Design of an enhanced fuzzy k-nearest neighbor classifier based computer aided diagnostic system for thyroid disease", *Journal of Medical Systems*, 2011,.
- [20] H.L. Chen, B. Yang, G. Wang, J. Liu, Y.D. Chen, D.Y. Liu, "A threestage expert system based on support vector machines for thyroid disease diagnosis", *Journal of Medical Systems*, 36, 2012, 1953–1963.
- [21] L.N. Li, J.H. Ouyang, H.L. Chen, D.Y. Liu, "A computer aided diagnosis system for thyroid disease using extreme learning machine", *Journal of Medical Systems*, 2012,

İnsan Adımı Kaynaklı Zemin Titreşimlerinin Destek Vektör Makineleri İle Sınıflandırılması

Ahmet Ayberk YURTTADUR

Makine Mühendisliği

Gazi Üniversitesi

Ankara Türkiye

a.yurttadur@gmail.com

Tuncay KARAÇAY

Makine Mühendisliği

Gazi Üniversitesi

Ankara, Türkiye

karacay@gazi.edu.tr

Özet—İnsanlar bir bölgede hareket ettikçe, hareketin gerçekleştiği zemin üzerinde periyodik darbeler oluşmaktadır. Bu darbeler zeminde düzensizliklerin oluşmasına sebep olur ve bu düzensizlikler, darbe kaynağından sismik dalgalar şeklinde yayılır. Bu çalışmada insan hedeflerin tespiti amacıyla, adım sonucu oluşan sismik sinyaller incelenmiştir. Sismik sinyallerin ölçülebilmesi için sismik ivmeölçerlerin kullanıldığı bir deney altyapısı kurulmuş ve farklı ölçüm senaryolarında deneyler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen test sonuçlarının; zaman tanım bölgesi verileri, crest faktörü ve kurtosis değerleri kullanılarak özellik matrisleri oluşturulmuştur. Hedefin var olup olmadığı durumlar iki gruba ayrılmıştır. Hedefin var olup olmadığının sınıflandırılması için vektör makinesi (DVM) modelleri geliştirilmiştir. Geliştirilen modeller ile %85 üzeri doğruluk ile sınıflandırma yapılabildiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler—Sismik sinyaller, zemin titreşimleri, titreşim analizi, sınıflandırma, destek vector makineleri

Abstract— People moving in a region; generate consecutive impacts on the ground. Some irregularities occur on the ground due to those impact and they spread as seismic waves from the source. In this study, seismic signals, which are generated by footsteps of people, are examined. A test set-up is established for measuring seismic signals equipped with seismic accelerometers and experiments are performed according to different measurement scenarios. Time domain variables, crest factor, kurtosis values are examined. Feature matrices are generated with using analysis data. Detection and no-detection case are divided two groups and support vector machine (SVM) classifiers are modeled with using feature matrices. The results show that, the overall classification accuracy reach over %85 with using SVM models.

Key Words—Seismic signals, ground vibrations, vibration analysis, classification, support vector machines

I. GİRİŞ

Bir hedefin hareketi sonucu oluşan sismik dalgalar ölçümlerin yapıldığı zeminin özelliklerine bağlı olarak değişiklikler göstermektedir. Bu da analiz aşamasında bir takım zorluklara sebep olmaktadır. Bu sebeple sismik dalgaların ölçülmesi ve analizi ile insan tespitinin yapılabilmesi için bu dalgaların yayılımı hakkında bilgiler edinilmelidir. Hareket halindeki insanlar zemin üzerinde birbirlerini takip eden darbeler şeklinde zorlamalar oluştururlar. Darbeler sonucu

zeminde oluşan düzensizlikler, darbe kaynağından sismik dalgalar şeklinde yayılırlar. Bu dalgaların %70'i Rayleigh dalgaları olarak, geri kalan kısmı ise gövde ve Love dalgaları olarak yayılmaktadır [1]. Bu sebeple volkanik araştırmalarda olduğu gibi insan adımı kaynaklı zemin titreşimlerinin analizinde de bu dalgalara önem verilmelidir [2].

İnsan adımı sonucunda bir bölgede oluşan zemin titreşimlerinin analiz edilmesi ve bu analiz sonucunda hedef tespiti çalışmalarına 1990'lı yılların sonunda başlanmış ve 2000'li yıllarda sensor ve bilgisayar teknolojilerinde yaşanan gelişmelere bağlı olarak bu çalışmaların sayısı giderek artmıştır. [3,4]. Zemin titreşimleri ile hedef tespitinin gerçekleştirilmesi için bu sismik sinyallerin zaman tanım bölgesinde, frekans tanım bölgesinde ve zaman-frekans tanım bölgesinde analiz edilmesi gerekmektedir.

İnsan adımı sonucu oluşan titreşim sinyallerini diğer titreşim kaynaklarından ayırt etmek için kullanılan temel yöntemlerden birisi, istatistiksel çözümleme tekniklerinden oluşan zaman tanım bölgesi analizleridir. İnsan adımları zemindeki diğer kaynaklardan farklı bir karakteristiğe sahiptir. Hareket halindeki insanın oluşturduğu darbeler belirli periyotlarda tekrar eder. Bu darbeler sonucunda oluşan titreşim sinyalleri, sensörler tarafından elde edilen sinyalin yapısını ve genliklerini değiştirir. Bu verilerin zaman tanım bölgesinde belirli periyotlarda analiz edilmesi, insan adımının taşıyıcı ve çevresel gürültü kaynaklarından ayırt edilebilmesini sağlamaktadır. Araştırmacılar tarafından yaygın olarak kullanılan istatistiksel crest faktörü ve kurtosis değerleridir [4,5]. İnsan adımı sonucunda oluşan titreşimlerin çevresel gürültülerden farklı karakteristiğe sahip olması ve periyodik olarak tekrar etmesine bağlı olarak bu değerler, zeminde oluşan sinyalin insan adımı sonucunda oluşup oluşmadığına dair fikir verebilmektedir. Ancak, periyodik olarak oluşan gürültülerin analizleri etkilediği görülmüştür [6,7]. Bu sebeple araştırmacılar, farklı analiz yöntemleri kullanarak hedef tespit mesafesini artırmayı amaçlamışlardır.

Bilgisayar teknolojilerindeki hızlı gelişim hedef tespiti yapan sistemlerin uzman bir operatör olmaksızın çalışması için gerçekleşen çalışmaların önünü açmıştır. Özellikle sınıflandırma metodu ile ilgili algoritmaların 90'lı yılların sonuna doğru gelişmesi ile bu algoritmaların zemin titreşimleri ile hedef tespitinde kullanılmasına olanak sağlamıştır. Bir

başka deyişle konu ile ilgili son zamanlarda gerçekleştirilen çalışmalar sadece tespit mesafesinin artırılması üzerine değil, aynı zamanda otonom bir şekilde hedef tespiti yapabilen yapay zeka tabanlı sistemlerin geliştirilmesi üzerine gerçekleştirilmektedir. Ayrıca bu sistemler ile hem analiz yöntemlerinin verimliliği test edilebilmekte hem farklı tip sensörlerin kullanılabilirlikleri rahatlıkla kıyaslanabilmektedir [8,9].

Bu çalışmada bir insan hedefin tespit edilmesi ve sınıflandırılması amacıyla, adım sonucu oluşan titreşim sinyalleri incelenmiştir. Bir ölçme ve veri toplama düzeneği kurularak yürüme ve koşma durumlarını kapsayan farklı senaryolarda testler gerçekleştirilmiş ve titreşim verileri sismik ivmeölçer ile toplanmıştır. Test sonuçları bilgisayar ortamına aktarılmıştır ve zaman tanım bölgesi analizleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen analiz sonuçları ile bir özellik matrisi oluşturulmuş. Bu özellik matrisi kullanılarak hedef tespitinin otonom bir şekilde tespit edebilecek destek vektör makinesi (DVM) modeli geliştirilmiştir.

II. DENEYSEL ÇALIŞMA

Bu çalışmada, insanın yürümesiyle ortaya çıkan sismik dalgalar sonucu elde edilen titreşim sinyalleri ile açık alanda hedef tespitinin gerçekleştirilmesi ve sınıflandırılması üzerinde durulduğundan deneysel çalışmalar için açık arazi kullanılmıştır. DVM'nin eğitilmesi ve test edilmesi için bir özellik matrisinin oluşturulması amacıyla farklı ölçüm senaryoları oluşturulmuştur. Bu senaryolara göre normal ve koşu yürüyüş modlarında, farklı hedeflerden (farklı ağırlıklardaki insan hedefler), ölçümler alınmıştır. Ayrıca aynı anda iki ve üç farklı hedefin birbiri ardına yürüyüş senaryosu da oluşturulmuş ve sinyal verilerinin tek hedefin varlığında oluşan değerlerinden ne kadar farklı oldukları gözlemlenmeye çalışılmıştır. Böylelikle DVM tabanlı sınıflandırıcının farklı tip hedeflerin, farklı yürüyüş modları durumu için eğitilmesi planlanmıştır.

Sismik dalga verilerinin toplanması ve analizinde kullanılan ölçme veri toplama sistemi Şekil 1'de verilmiştir. Ölçüm sistemi sismik dalgaları tespit ederek bunları elektrik sinyaline çevirmesi için kullanılan bir adet PCB 393B12 piezoelektrik ivmeölçer, ivmeölçeri zemine sabitlemek için kullanılan kazık, PCB 480B21 model sinyal koşullandırıcı ve USB bağlantılı veri toplama kartından oluşmaktadır. İvmeölçerlerin kazığın üzerine tam olarak oturabilmesi ve minimum toleransla dik şekilde oturabilmesi için kazıkların üst tarafı düz olarak imal ettirilmiş ve yüzeyi işlenmiştir. İvmeölçeri kazığa sabitlemek için kazıklar üzerinde vida delikleri açılmış ve sensörler vida ile kazık üzerine sabitlenmiştir. Kazık toprak zemine tam dik olarak saplanmıştır. Böylelikle, dikey titreşimlere sebep olan sismik dalgaların hatasız olarak elde edilmesi sağlanmıştır. Ayrıca testler sırasında sensör konumunda bir değişikliğin olmaması sağlanmıştır. Sismik veriler LabVIEW 2012 Development Suit ortamında geliştirilen genel amaçlı veri toplama yazılımı ile bir bilgisayarda toplanmıştır. Oluşturulan bu veri toplama yazılımında, sensörlerden gelen sinyallerin zaman-genlik verilerini anlık olarak gösterebilen bir ara yüz de

bulunmaktadır. Böylelikle testler esnasında ortaya çıkabilecek aksaklıklara (sensör kazıklarının yerinden oynaması vb.) müdahale edilmesi düşünülmüştür. Ölçüm örnekleme frekansı 0-1000 Hz aralığındaki frekansların incelenmesi için Nyquist frekansı da özetilerek 1,5 aşırı örnekleme ile 3000 Hz olarak ayarlanmıştır. Bilgisayar ortamına kaydedilen veriler, MATLAB yazılımı kullanılarak, zaman tanım bölgesi analiz yöntemlerinden karaların ortalamasının karakökü, crest faktörü ve kurtosis analizleri ile adım titreşimlerinin karakteristik özellikleri çıkartılmış ve DVM'nin eğitimi ve testleri için uygun özellik matrisleri oluşturulmuştur.



Şekil 1. Test sahası ve veri toplama sistemi



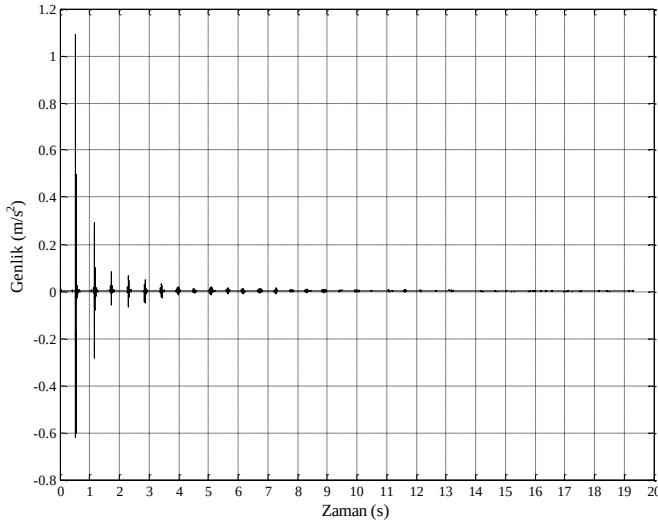
Şekil 2. (a) Kazık (b) Kazığın toprağa saplanması (c) Kazık üzerine ivmeölçerin bağlanması

III. ANALİZ VE UYGULAMA

Farklı senaryolarda gerçekleştirilen testlerde, sismik ivmeölçer ile elde edilen sismik sinyaller MATLAB yardımıyla zaman analiz teknikleri kullanılarak incelenmiştir. Her bir teknik uygulaması ile elde edilen sonuçlar karşılaştırılmış ve bu tekniklerin insan hedeflerin tespitinde birbirlerine karşı avantajları ve dezavantajları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara bağlı olarak DVM tabanlı sınıflandırıcının eğitim ve test edilmesi için etkin analiz metotlarıyla özellik matrisleri oluşturulmuştur.

Ölçüm senaryolarına göre toplanan tüm veriler zaman tanım bölgesi analizlerine tabi tutulmuşlardır. Bu amaçla test verilerinin Karelerin ortalamasının karekökü (KOK), crest faktörü ve kurtosis değerlerindeki değişimleri ayrı ayrı incelenmiştir.

İnsan adımı sonucunda oluşan sismik sinyallerin zaman tanım bölgesi analizleri gerçekleştirilmek istendiğinde test verilerinin ölçümü yapıldığı sürenin tamamı üzerinden KOK, crest faktörü ve kurtosis değerlerinin bulunması ve yorumlanması bir anlam taşımamaktadır. Bu sebeple her bir test sonucu elde edilen sismik veriler, insan adımının frekansının 2-4 Hz aralığında olduğu göz önünde bulundurularak, 0,1 s zaman periyotlarına ayrılarak analiz edilmiştir [10]. Zaman periyodunun düşük tutulmasıyla hedef tarafından atılan her adımın tespit edilmesi planlanmıştır. Her bir pencere içerisine düşen verilerin KOK, crest faktörü ve kurtosis değerleri hesaplanmış ve bu değerler yorumlanmıştır. Örnek uygulama için sensörden yürüyerek uzaklaşan bir hedefin oluşturduğu sinyallerin elde edildiği test datası incelenmiştir. Şekil 3'de elde edilen ham titreşim verileri görülmektedir. Burada genlik zirve değerlerindeki ani yükselmelerin, sensörden uzaklaşan hedef kaynaklı olduğu söylenebilir. Hedef sensörden uzaklaştıkça genlik değerlerinin azaldığı dikkat çekmektedir.



Şekil 3. Sensörden uzaklaşan hedef ham titreşim verileri

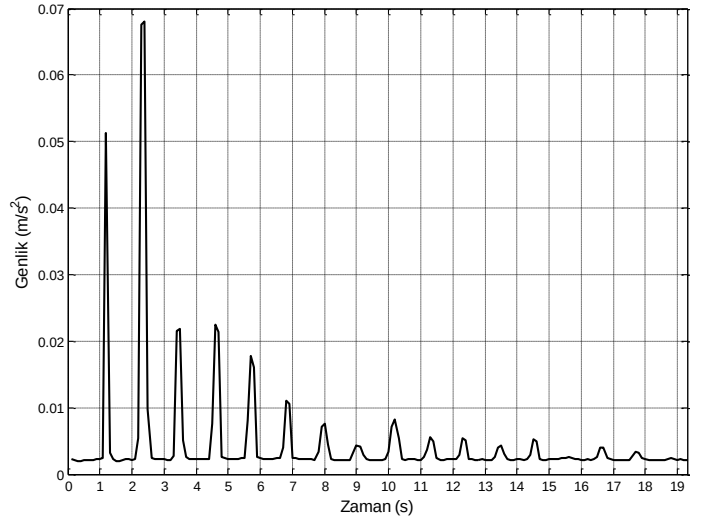
A. Karelerin Ortalamasının Karekökü(KOK) Analizi

Düzensiz titreşimlerin analizinde yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri olan KOK değerleri örnek uygulama için çıkartılmıştır. Şekil 4.'de örnek uygulama ham verilerinin KOK değerleri görülebilmektedir. KOK değerlerinin değişimleri dikkate alındığında ham veri incelendiğinde hedef adımları 5. saniyeye net olarak kadar tespit edilebilirken, 0,1 s zaman adımlarındaki KOK değerleri incelendiğinde hedef adımları 15. saniyeye kadar tespit edilebilmektedir. Hedef merkezden uzaklaştıkça KOK değerlerinin azalması sebebiyle hedef tespiti de zorlaşmaktadır.

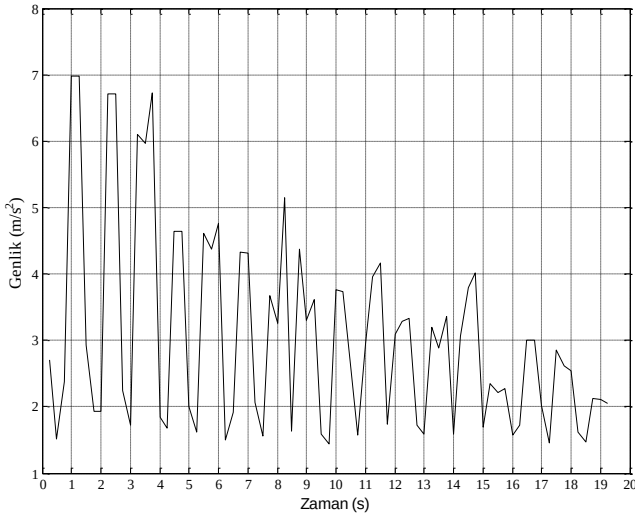
B. Crest Faktörü Analizi

Titreşim analizinde, verilerin crest faktörünün incelenmesi zaman sinyali içerisindeki darbe içeriği hakkında bilgi verecektir. Daha öncede bahsedildiği gibi zeminde yürüyen bir insan zeminde belirli periyotlarda darbeler oluşturmaktadır. Bu bilgi göz önüne alındığında, crest faktörü değerinin belirli zaman aralıklarında incelenmesi hızlı ve basit bir çözümleme tekniği olarak görülebilir [10].

Genlik büyüklükleri hakkında bilgi edinmenin yanında darbe içeriği hakkında da veri elde edilmesi için verilerin crest faktörü değerleri daha KOK analizinde olduğu gibi 0,1 s periyotlarda crest faktörü değerleri hesaplanmıştır. Şekil 5.'de örnek uygulama verilerinin belirlenen periyotlardaki crest faktörü değerleri görülmektedir. Edilen titreşim verilerinin crest faktörü değerleri beklenildiği gibi azalırken, Bu değerler göz önüne alındığında sensörden uzaklaşan hedef ile 16 saniyeye kadar belirgin bir şekilde tespit edilebilmiştir. Bu saniyeden sonra değer 3 altında seyretmiştir. Bu grafiklerde dikkat çeken bir diğer unsur ise, hedef mesafesi-genlik arası ilişkisinin crest faktörü analizinde zirve-zirve genlik ve KOK analizlerine göre daha belirgin olmasıdır. Bunun temel sebebi ise crest faktörünün darbe içeriğine karşı daha hassas olmasıdır.



Şekil 4. Test verisi genliklerinin KOK değerleri

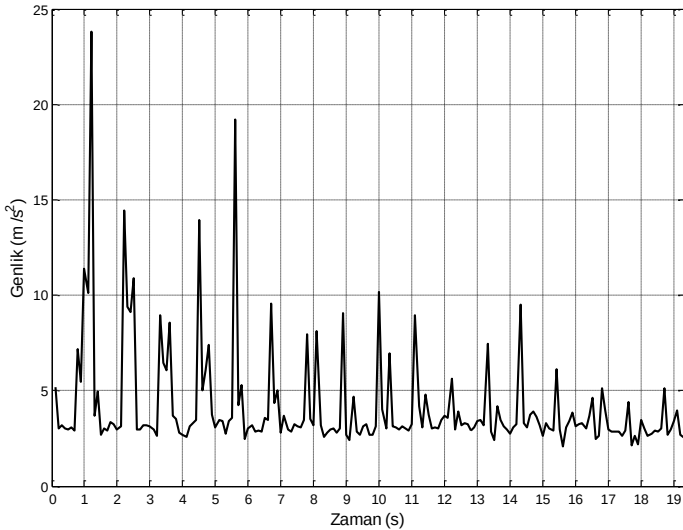


Şekil 5. Test verisi genliklerinin Crest faktörü değerleri

C. Kurtosis Analizi

Kurtosis, bir veri grubunun, ortalama değer etrafındaki dağılımını gözlemek amacıyla kullanılan istatistiksel bir ölçüdür. Yani crest faktör gibi, sinyalin darbe içeriğini tespit etmekte kullanılır. Bir zeminde oluşan darbeler, sismik sinyaller oluşturduğundan, adım tespiti kurtosis değerlerinin incelenmesi ile daha rahat bir şekilde yapılabilir [4,10].

Çevresel gürültünün kurtosis değeri 5'den küçük olarak bulunmuştur. Bu durum dikkate alınarak Şekil 6. incelendiğinde, hedefin attığı adımlar crest faktörü analizinde olduğu gibi 16. saniyeye kadar tespit edilebilmektedir. Bu bilgiler göz önüne alındığında DVM eğitimi için oluşturulacak özellik matrisinde kurtosis değerleri 3 ve üzeri olan özellikler pozitif yani hedef var olarak sınıflandırılacaktır.



Şekil 6. Test verisi genliklerinin kurtosis değerleri

D. Özellik Matrisi ve DVM Modelinin Oluşturulması

Bu çalışmada DVM'nin eğitiminde ve testlerinde kullanılmak üzere, gerçekleştirilen analizler dikkate alınarak bir özellik matrisi oluşturulmuştur. Titreşim verisi analizleri dikkate alındığında KOK verilerinin daha kısa mesafeler için tespit gerçekleştirmesi sebebiyle özellik matrisleri crest faktörü ve kurtosis değerlerinden oluşturulmuştur. Pozitif sınıf hedefin adım attığı andaki değerler olarak değerlendirilirken, negatif sınıf olarak adımın tespit edilemediği değerler olarak belirlenmiştir.

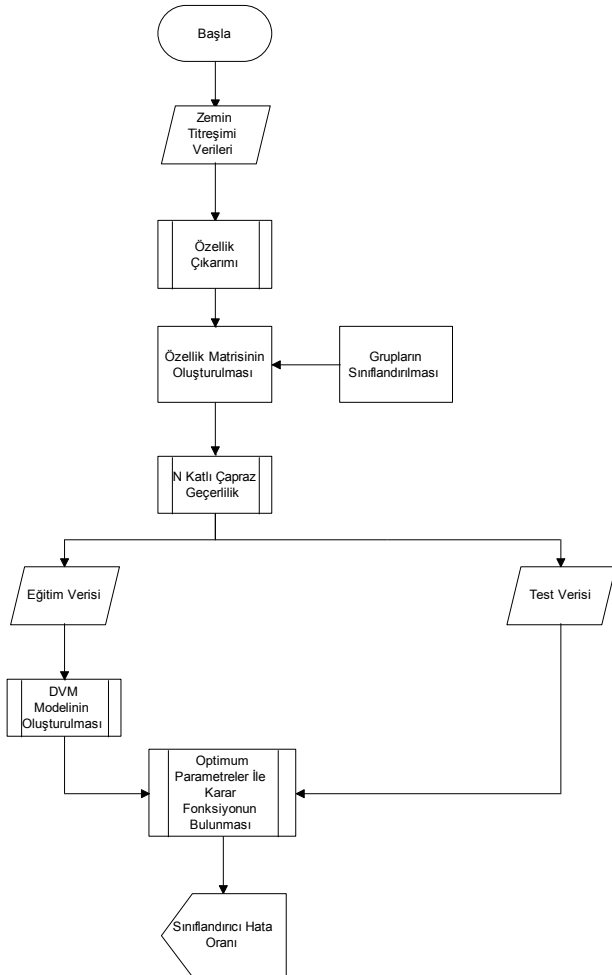
Destek vektör makinelerinin en basit uygulama yöntemi doğrusal olarak ayrılabilen verilerin sınıflandırılması için kullanılan modeldir. Ancak m boyutlu x girişleri eğer lineer olarak ayrılmıyorsa doğrusal olmayan bir DVM modelinin kurulması gerekmektedir [11,12]. Zemin titreşimleri ile elde edilen sismik sinyallerin birbirine çok yakın olması ve veri sayısının yüksek olması sebebiyle bu tip sinyallerden oluşturulabilecek x girişleri doğrusal olarak ayrılamamaktadır. Bu çalışmada zemin titreşimleri ile insan hedeflerin tespit edilmesi amacıyla doğrusal olmayan RBF kernel fonksiyonu kullanılarak bir DVM modeli geliştirilmiştir.

Sınıflandırma tasarımında elde edilen özellik matrisleri, eğitim ve test kümesi gruba ayrılır. Eğitim verileri ile gerçekleştirilen eğitim sonucunda bir model kurulur ve test kümeleri ile bu modelin performansı değerlendirilir. Bu çalışmada eğitim ve test verilerinin seçiminde n katlı çapraz geçerlilik yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem ile tüm özellik matrisinin tüm verileri 13 eşit gruba ayrılmış ve bu gruplardan rastgele seçilen bir tanesi test grubu olarak geri kalanı ise modelin eğitilmesinde kullanılmış ve bu durum 13 kez tekrar edilmiştir.

DVM modelinin kurulması için literatürde yaygın bir şekilde kullanılan RBF (Radial basis function) kernel seçilmiştir (11-14). Kernel fonksiyonuna karar verilmesiyle birlikte MATLAB ortamında DVM modelinin oluşturulması için bir algoritma oluşturulmuştur (Şekil 8.). DVM modelinin eğitimini hızlandırmak için 1998 yılında Platt tarafından geliştirilen SMO (Sequential Minimal Optimization) algoritması kullanılmıştır. Veri boyutlarının çok yüksek olması ve sınıf sayısının birbirlerine oranının yüksek olması DVM performansını önemli ölçüde etkilemiştir. Bu sebeple tespit mesafesinin düşük olduğu test verilerinden elde edilen özellikler eğitim ve testte kullanılacak ikinci bir özellik matrisi oluşturulmuştur.

CF	K	Sınıf (-1/+1)
.	.	.
.	.	.
.	.	.
.	.	.
.	.	.

Şekil 7. DVM eğitiminde kullanılan özellik matrisi



Şekil 7. DVM test ve eğitim algoritması akış diyagramı

IV. BULGULAR VE TARTIŞMA

Zemin titreşimleri ile hedef tespiti sınıflandırıcı performansının en önemli kistası en az hata oranı ile çalışan sınıflandırıcı modelinin bulunmasıdır. Bir önceki bölümde de açıklandığı gibi bu çalışma kapsamında 13 katlı çapraz geçerlilik kullanılarak farklı DVM modelleri her iki sensör içinde elde edilmiştir. Bu işlem en az hata oranları sınıflandırıcı modeli bulunana kadar tekrarlanmıştır.

Tüm test verileri kullanılarak hedef tespit sınıflandırmasının yapılabilmesi için tüm analiz datalarından oluşan özellik matrisi gerçekleştirilen eğitim ve test sonuçlarında hata oranları %0-4 arasında çıkmıştır. Bu istenilen optimum sonuç olmasına rağmen test aşamasında pozitif grupların sınıflandırılmadığı görülmüştür. Bu problemin aşılması amacıyla özellik matrisi, uzun mesafelerde hedef tespitinin gerçekleştirilebildiği test verileri ile tekrar oluşturulmuştur. Böylelikle sınıflandırıcının fazla negatif sınıfla eğitilmesi önlenmeye çalışılmış ve özellik matrisi sınıf oranları düşürülmüştür. Tüm veri üzerinden oluşturulan ve negatif verilerin ayıklandığı özellik matrisleri ile eğitilen DVM modellerinin hata oranları Tablo 1.'de görülmektedir.

Tablo 1. DVM modeli sonuçları

Matris	Tespit Hata Oranı %	Doğru Pozitif	Doğru Negatif	Yanlış Pozitif	Yanlış Negatif
Matris-1	0	840	7927	0	0
Matris-2	12,62	434	5738	110	434

V. SONUÇLAR

Bu çalışmada bir bölgede yaya olarak hareket eden insanın adımlarının zeminde oluşturduğu sismik sinyaller incelenmiştir. Analiz sonuçları dikkate alındığında crest faktörü, kurtosis analiz yöntemleri ile KOK değerleri analizlerine göre hedef tespit etkinliğini artırılabilirliği görülmüştür. Bu analiz verilerinden, hedefin var olup olmadığını sınıflandıracak DVM modelinin eğitim ve testleri için bir özellik matrisi oluşturulmuş ve sonuçları irdelenmiştir.

DVM modeli geliştirilmesi esnasında çıkan sonuçlar dikkate alındığında, negatif sınıflı özelliklerin daha fazla olması hata oranının yüksek çıkmasına sebep olmuştur. Bu sonuç özellik matrislerinin oluşturulması aşamasında hedef tespit mesafesinin yüksek olduğu test verilerinin kullanılması gerektiğini göstermiştir.

Crest faktörü ve kurtosis değerlerinden oluşan özellik matrisi ile gerçekleştirilen sınıflandırıcı, literatürde benzer özelliklerle tasarlanan DVM tabanlı sınıflandırıcılarla yaklaşık aynı hata oranı (%14-16) ile çalışmıştır [15].

TEŞEKKÜR

Destek vektör makineleri ile sınıflandırma konusunda, çalışmamıza katkı sağlayan Doç. Dr. Diyar AKAY'a teşekkür ederiz.

REFERANSLAR

- [1] Miller, G. F. and Pursey, H. "On the partition of energy between elastic waves in a semi-infinite solid". Proc. Roy. Soc. London, Series A, (233), 55-69, 1955.
- [2] Succi, G., Clapp, D., Gambert, R. ve Prado, G. "Footstep detection and tracking". Unattended Ground Sensor Technologies and Applications III, Proceedings of SPIE, (4393), 22-29, 2001
- [3] Ermiş, A. "İzinsiz Girişlerin Zemin Titreşimlerinin Ölçümü Ve Analizi İle Tespiti", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2012.
- [4] Liang, Z., Wei, J., Zhao, J., Liu, H., Li, B. ve Zheng, C. "The statistical meaning of kurtosis and its new application to identification of persons based on seismic signals". Sensors, (8), 5106-5119, 2008
- [5] Pakhomov, A., Sicignano, A., Sandy, M. and Goldburt, T., "Seismic footstep signal characterization", Sensors and Command, Control, Communications, and Intelligence (C3I) Technologies for Homeland Defense and Law Enforcement II, Proceedings of SPIE, (5071), 297-305, 2003.
- [6] Pakhomov, A. and Golburt, T., "Seismic signals and noise assesment for footstep detection range estimation in different environments", Unattended/Unmanned Ground, Ocean, and Air Sensor Technologies and Applications VI, Proceedings of SPIE, (5417), 87-98, 2004.

- [7] Reddy, V. V., Divya, V., Khong, A. W. H.ve Ng, B.P., “Footstep detection and denoising using a single triaxial geophone”, Proceeding of the Circuits and Systems (APCCAS) on 2010 IEEE Asia Pacific Conference, Singapore, 1171-1174, 2010.
- [8] Tian, Y. and Qi, H. “Target detection and classification using seismic signal processing in unattended ground sensor systems.” Proceedings of the 2002 IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, (4), 4172, 2012.
- [9] Jackowski, J. and Wantoch-Rekowski, R., “Classification of wheeled military vehicles using neural networks”, Proceedings of the 18th International Conference on Systems Engineerings, 212-217, 2005
- [10] A. Ermiş, A. A. Yurttadur, T. Karaçay. “Zemin titreşimleri ölçümü ve analizi ile insan hedeflerin tespiti,” Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University 30(2), pp 207-215, 2015.
- [11] Abe, S., “Support Vector Machines for Pattern Classification”, Springer. 15-127, 2010.
- [12] M. Erdem, “Mesleki Bel Ağrısı Riskinin Destek Vektör Makineleriyle Sınıflandırılması”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2012.
- [13] Hsu, C.W., Chang, C.C., Lin, C.J., “A practical guide to support vector classification,” Department of Computer Science, National Taiwan University, Taipei 106, 2010.
- [14] Schölkopf, B. and Smola A.J. (2002). “Learning with Kernels”, The MIT Pres., 2002.
- [15] Bahrampour, S., Ray, A., Sarkar, S., Damarla, T. and Nasrabadi, N. M.,. “Performance comparison of feature extraction algorithms for target detection and classification”, Pattern Recognition Letters, (34), 2126-2134, 2013.

İvme-hacim ilişkisinin YSA ile tespiti

Harun Sumbul

Biomedical Device Technologies Department
Ondokuz Mayıs University, Yesilyurt D.C. Vocational
School
Samsun, Turkey
harun.sumbul@omu.edu.tr

A.Hayrettin Yuzer

Department of Electrical and Electronics Engineering
Karabuk University
Karabük, Turkey
hayrettinyuzer@karabuk.edu.tr

Abstract— In this study, a measuring system is developed to measure FEV1 (Forced Expirasyon Volum) parameter that used in the diagnosis of COPD. The accelerations that based of physical movement on the diaphragm during respiratory are recorded on a SD card by using MEMS-based semiconductor accelerometer. Measurements are performed simultaneously with both the medical device (spirometer) and our device. Thus, a relationship is established between the actual acceleration and the actual volume value. The resulting data are analyzed and compared with two method as statistically (88%) and ANN (95%). Thus, the reliability of the measurement system being tested at the same time literature has gained an important work on this issue.

Index Terms— Accelerometer sensor, the diaphragm movements, breathing, ANN.

Özet—Bu çalışmada, Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı (KOAH)'nın tanısında oldukça sık kullanılan Forced Expirasyon Volum (FEV1) parametresini ölçen bir sistem geliştirilmiştir. MEMS tabanlı yarı iletken ivme algılayıcı kullanarak diyafram üzerinden soluma sırasında meydana gelen fiziksel hareketlerden kaynaklı ivmelenme değerleri bir SD karta kaydedilmiştir. Ölçümler, Spirometre cihazı ile eş zamanlı gerçekleştirilmiştir. Böylelikle gerçek ivme değerleri ve gerçek hacim değerleri arasında bir ilişki kurulmuştur. Elde edilen veriler hem istatistiksel olarak (%88) hem de YSA ile (%95) analiz edilmiştir. Böylece ölçüm sisteminin güvenilirliği test edilirken aynı zamanda literature bu konuda önemli bir çalışma kazandırılmıştır.

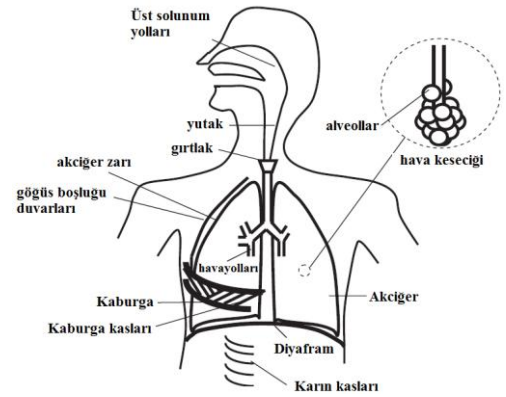
Anahtar Kelimeler—İvmeölçer, diyafram hareketleri, soluma, YSA.

I. GİRİŞ

KOAH; astım, bronşit gibi solunumsal hastalıklar tüm dünyada oldukça yaygın görülebilen hastalıklardandır. Solunumun tıkanması ile alakalı olan bu hastalığı incelemiden evvel, solunum sisteminin temel mekanik bileşenlerini tanımak gerekir.

Bilindiği üzere canlılar nefes alırken oksijeni (O_2) alıp, karbon dioksiti (CO_2) atmosfere verirler. Yapılan bu nefes alıp-verme (inspirasyon / ekspirasyon) işlemine solunum fonksiyonu denilmektedir[1]. Solunum fonksiyonu, sağlıklı canlılarda kendi kendine gerçekleşirken, akciğer rahatsızlığı veya solunum yetmezliği gibi rahatsızlığı olan canlılarda ise bir takım solunum destek birimleri ile gerçekleşmektedir[2].

Fizyolojik mekanizma içerisinde yer alan solunum sistemindeki organları Şekil 1'de gösterilmiştir. Buna göre solunum sisteminde burun ve ağız yardımıyla dışarıdan alınan havadaki oksijen sırayla yutak, gırtlak ve soluk borusundan geçtikten sonra akciğerlere gelir. Akciğerlerde bronş ve bronşçuklardan geçerek alveollere ulaşır. Alveollerin iç kısmının nemli tutulması solunumu kolaylaştırmaktadır. Oksijen, burada alveollerden kana geçer. Kan, hücrelere oksijeni taşır. Hücreler bu oksijeni kullanarak enerji elde ederler. Kan yardımıyla karbondioksit, tekrar alveollere gelir. Alveollerin içindeki kılcıl damarlarda bulunan karbondioksit bronşçuk, bronş, soluk borusu, gırtlak ve yutaktan geçtikten sonra tekrar ağız ve burundan çıkar[3].



Şekil 1. Solunum sisteminin temel mekanik bileşenleri[4]

En yaygın solunumsal hastalıklardan KOAH'ın en önemli belirtisi balgam üretimi, nefes darlığı ve sık sık öksürmedir. Bu belirtiler, uzun süre görülür ve gittikçe de kötüleşir. KOAH havayollarını daraltır, solunumu güçleştirir. Sigara en büyük tetikleyicisidir.

Nefes darlığı, solunum oranını (Respiratory Rate-RR) etkileyen en büyük faktördür. Solunum oranı, akciğerle ilgili ölçülmesi en basit parametre olup solunum reaksiyonu hakkında bilgi verir[5].

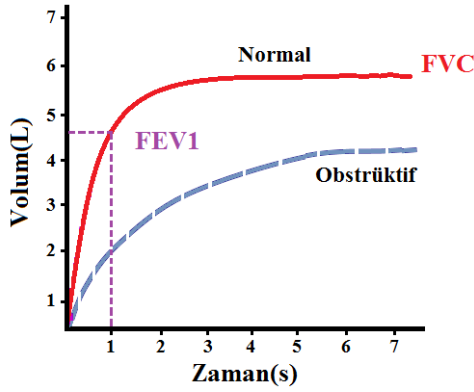
KOAH, önemli bir halk sağlığı sorunudur. Gelişmiş ülkelerin nüfusunun yaklaşık %7'si, KOAH' dan etkilenmektedir[6]. Bu açıdan, artan sigara içme oranı[7] ve birçok ülkede meydana gelen demografik değişimlerden dolayı

KOAH'ın 2030 yılına kadar dünya çapında 4. ölümcül hastalık olacağı düşünülmektedir[8].

Akciğer hava yolları kasları sert bir yapıya sahip değildir. Bu yüzden sağlıklı bireylerde bile kuvvetli ekspirasyon sırasında hava yolları daralmaya eğilimli hale gelir. Hava yollarının bu kas yapısı sayesinde, sağlıklı bireyler, akciğer hacim kapasitesinin en üstünde bir hızda soluma yapabilmeleri mümkündür. Maksimum ekspirasyon(exhalation) hızı ağız yoluyla dışarı atılan gazın akışını ölçmek sureti ile tespit edilebilir. Zorunlu ekspirasyon sırasında atılan gazın maksimum genliği, KOAH ve ASTIM hastalığında azalmaktadır. Hatta aşırı KOAH hastalarında bu durum, sakin soluma sırasında bile hissedilir.

Burada bahsedilen, ekspirasyon sırasında dışarı atılan gaz hacmi, KOAH hastalığı tanısında oldukça önemli bir rol oynar. Akciğerden 1. Saniyede atılan maksimum gaz hacmi (FEV1), KOAH hastalığında büyük ölçüde azalmaktadır.

Diğer yandan, zorunlu ekspirasyon ile tamamen atılan gaz hacmi olarak adlandırılan zorlu vital kapasite (FVC) de de azalma olur[4]. Sağlıklı ve KOAH' lı hastalara ait FEV1 ve FVC parametreleri şekil 2' de görülmektedir.



Şekil 2. FEV1 ve FVC parametreleri

II. ÖLÇÜM SİSTEMİ

Diyafram üzerinden KOAH parametreleri ölçmek için farklı metodlar [9-10] geliştirilmişse de son zamanlarda en popüler olan metod ivmeölçer kullanılmaktadır[11-12]. Bu cihazlar taşınabilir ve oldukça pratik çözümler sunabilmektedir.

Buna rağmen KOAH testi için spirometri adı verilen akciğer fonksiyon testi en sık kullanılan metottur. FEV1 ve FVC parametreleri farklı metodlarla da ölçülebilsede[13] en yaygın ölçüm metodu Spirometre denen cihaz ile yapılan Solunum Fonksiyon Testi(SFT)' dir. Bu test ile akciğere dair FVC, FEV1 ve daha birçok parametre ölçülür.

Spirometre, genel olarak tüm solunum yolu hastalıklarını değerlendirmek amaçlı kullanılan bir test cihazıdır. Bu cihaz, genel solunum sağlığı tarama testlerinde non invaziv olarak kullanılan bir araçtır. Havayolu obstrüksiyonu tanısında önemli bir yeri vardır[85].

Spirometre cihazı, solunum sırasında zamanın bir fonksiyonu olarak içeri alınan (inspirasyon) veya dışarı

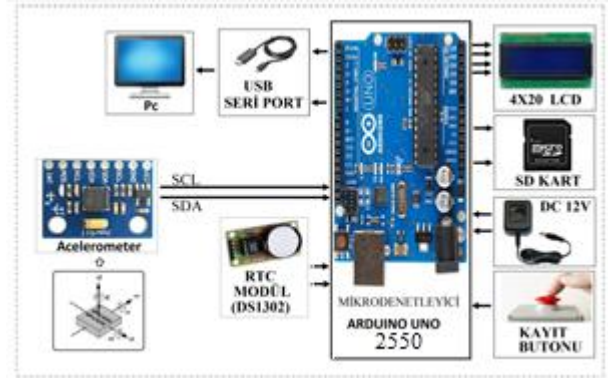
atılan(ekspirasyon) havanın hacmini ölçer. KOAH tanısında kullanılan en önemli araçtır[14].

Bu çalışmada ölçümlerde kullanılan Fukuda Sangyo marka Spirometre cihazı (SpiroAnalyzer ST-75 model) Şekil 3'de görülmektedir. Ölçümler, geliştirilen cihaz ve Spirometre cihaz ile eş zamanlı gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3. Ölçümlerde kullanılan Spirometre Cihazı

Tasarlanan ölçüm sistemi birçok parçadan meydana gelmektedir. Şekil 4' de tasarlanan ve gerçekleştirilen sisteme ait blok şema görülmektedir.



Şekil 4. Tasarlanan ve gerçekleştirilen sistemin blok yapısı

İvmeölçer(ADXL345) ve Arduino arasında veri aktarımı için, oldukça hızlı veri aktarımına olanak tanıyan I²C protokolü kullanılmıştır. Bu protokol, bir arada çalışan, belirli aralıklarla birbiriyle haberleşen çeşitli çevresel cihazların minimum harici donanım gereksinimiyle haberleşmelerini sağlayan basit, düşük bant genişliğine sahip, kısa-mesafe protokolüdür. Mevcut I²C cihazlarının çoğu 400kbps' ye kadar hızlarda çalışmaktadır.

III. ÇALIŞMA GRUBUNUN OLUŞTURULMASI

Ölçümlerin yapılacağı çalışma grubu 10 hastadan oluşmaktadır. Geliştirilen ölçüm cihazı ve ölçüm yöntemi Ondokuz Mayıs Üniversitesi tıp fakültesi, etik komitesi, klinik araştırma birimi tarafından 2015/123 sayı numarası ile onaylanmıştır. Tablo 1'de çalışma grubuna ait özellikler görülmektedir.

TABLO 1. ÇALIŞMA GRUBUNA AIT ÖLÇÜLEN VERİLER

Patient No.	Age	Height (cm)	Weight (kg)	Gender (F/M)
1	60	168	115	B
2	13	159	44	E
3	42	174	82	E
4	50	178	108	E
5	48	167	85	B
6	17	160	60	B
7	20	175	65	B
8	29	168	71	B
9	34	187	108	E
10	50	160	76	B

Oluşturulan çalışma grubundaki 10 hasta üzerinden hem geliştirilen cihaz ile ivme(g) hem de Spirometre ile FEV1(L) değerleri ölçülmüştür. Ölçülen bu değerler, Tablo 2’de görülmektedir. 10 hastanın ivme-hacim arasındaki korelasyon ilişkisi istatistiksel analiz ile de bulunmuştur.

TABLO 2. FEV1 VE G VERİLERİ

Hasta No.	FEV1(hacim)	g(ivme)
1	3,96	0,28
2	3,29	0,4
3	5,50	0,84
4	3,14	0,1
5	3,72	0,25
6	3,68	0,23
7	5,46	0,59
8	4,20	0,47
9	4,19	0,28
10	2,50	0,09

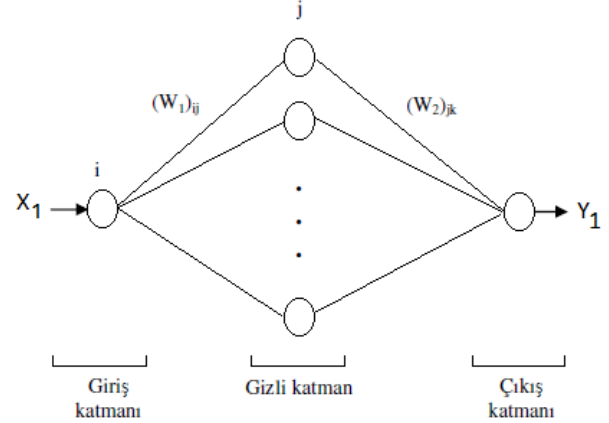
Daha sonra deneysel çalışmalar sonucunda 1. hasta üzerinden elde edilen veriler (N:90) arasındaki korelasyon, tasarlanan YSA ile incelenmiştir.

IV. YAPAY SINIR AĞI TASARIMI

Yapay sinir ağları (YSA), insan beyninin bilgi işleme tekniğinden esinlenerek geliştirilmiş bir bilgi işlem teknolojisidir. YSA ile basit biyolojik sinir sisteminin çalışma şekli taklit edilir. Taklit edilen sinir hücreleri nöronlar içerirler ve bu nöronlar çeşitli şekillerde birbirlerine bağlanarak ağı oluştururlar. Bu ağlar öğrenme, hafızaya alma ve veriler arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarma kapasitesine sahiptirler[15]. Yapay Sinir Ağları üzerine yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır[16-17].

Bu çalışmada ise ivme-hacim ilişkisini incelemek amacıyla Matlab neural network toolbox yazılımı kullanılarak geliştirilen yapay sinir ağı (YSA) ile korelasyon ilişkisi bulunmaya çalışılmıştır. Böylelikle ivme-hacim arası benzerliğin bulunmasında kullanılabilecek referans değerleri elde edilmiştir.

YSA ile model oluşturmada yazılımın 7.12 sürümü kullanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan ağ yapısı Şekil 5’de gösterilmiştir.



Şekil 5. Tasarlana sinir ağı yapısı

Tasarlanan YSA’nın amacı, eş zamanlı ölçümü gerçekleştirilen Spirometre cihaz verileri ile geliştirilen sistemin ölçtüğü verilere bağlı olarak cihaz performansının tahmin edilmesidir.

Ölçümlerden elde edilen veriler, eğitim ve test veri seti olarak ikiye bölünmüştür. Birinci hastaya ait veriler rasgele alınan değerler ile azaltılmıştır. Azaltılan bu değerler toplam olarak 90 adet değerden oluşmaktadır. YSA’nın eğitiminde, bu verilerden rasgele seçilmiş 60 (toplam verilerin %66,6) adedi kullanılmıştır. Geriye kalan 30 (toplam verilerin %33,23) veri de performans testi için kullanılmıştır.

Bu çalışmada; bir giriş katmanı, bir gizli katman ve bir çıkış katmanı (Şekil 5’de kullanılan YSA yapısı) içeren geri beslemeli ağ yapısı kullanıldı. YSA yapısı oluşturulduktan sonra deneysel çalışmada elde edilen ve spirometre ile ölçülüp örneklenen veriler eğitim karakteristiğini iyileştirmek için 0 ile 1 değer kümesi içinde normalize edildi. Geliştirilen cihazdan ölçülen ivme değerleri zaten 0-1 arası olduğundan örneklenmeden aynen kullanıldı. Bir X veri kümesinin $[0,1]$ arasında normalize işlemine tabi tutulması için o kümenin X_{min} , X_{max} değerleri bulunur ve denklem (1) yardımıyla normalize edilir.

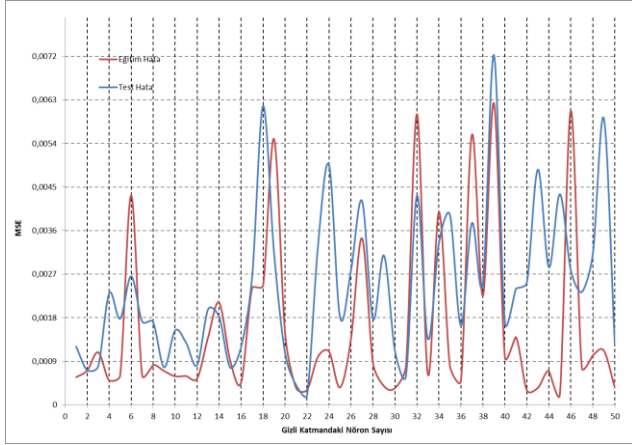
$$X_{norm} = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (1)$$

Normalizasyon için yukarıdaki formül kullanılırsa değerlerin hepsi pozitif çıkacaktır. Buna göre Vnorm normalize edilmiş değer aralığı elde edildi. Eğitim işleminde BP algoritması kullanıldı. Gizli ve çıkış katmanları nöronlar olarak doğrusal

olmayan işlem birimlerinden oluştuğu ve veri setinde negatif değer bulunmadığı için log-sig transfer fonksiyonu seçilmiştir.

A. Gizli katmandaki nöron sayısının belirlenmesi

Kullanılan YSA parametre değerleri, MSE değeri dikkate alınarak seçilmiştir. Gizli katmandaki en uygun nöron sayısı farklı ağlar denemek suretiyle yapılır. Gizli katmandaki bu nöronların sayısı deneme yanılma metodu ile 1 den 50'ye kadar artırılarak belirlenmiştir. Şekil 6 ve Tablo 3'de görüldüğü gibi en uygun (en düşük hata değerinin elde edildiği) YSA yapısı, 1-22-1 nöronundan oluşan bir mimariye sahip olarak tasarlandı.



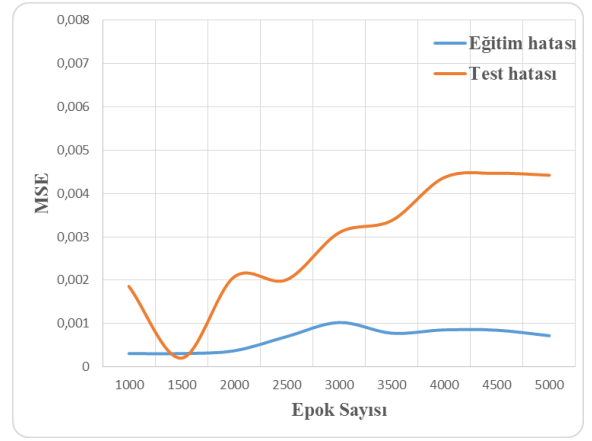
Şekil 6. Gizli katmandaki nöron sayısının belirlenmesi

TABLO 3. EĞİTİM VE TEST HATASI

Gizli katmandaki nöron sayısı	Eğitim Hata	Test Hata
22	0,000306716	0,000201288

B. Uygun iterasyon sayısının belirlenmesi

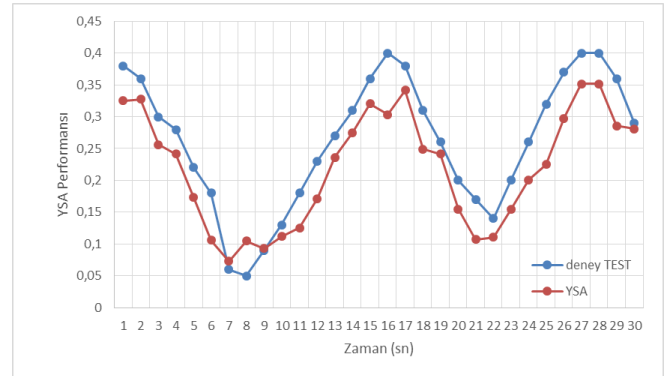
Tasarlanan YSA'da gizli katmandaki optimum nöron sayısına göre en uygun iterasyon sayısını bulmak için 1 den 5000 iterasyon'a kadar deneme yapılmıştır. Bu denemeler sonucunda YSA performansının MSE ile en uygun olan iterasyon sayısı tespit edilmiştir. Böylece YSA için en uygun iterasyon sayısı olarak 1500 alınmıştır (Şekil 7).



Şekil 7. İterasyon sayısının belirlenmesi

V. SONUÇLAR

İnceleme sonucuna göre, 1-22-1 nöron ve 1500 iterasyona sahip olan uygun değer YSA oluşturulmuştur. YSA'dan elde edilen sonuçlar ile deneysel veriler birbirleri ile karşılaştırılmıştır. (Şekil 8).



Şekil 8. Ölçülen veriler ile Ağ verilerinin karşılaştırılması

Şekil 8'de görüldüğü gibi, YSA sonuç verileri ile deneysel test veri sonuçları oldukça yakın çıkmıştır. Aralarındaki korelasyon değeri ise, Spirometre ile ölçülen hacim (L) ile cihaz tarafından ölçülen hıvme (g) değerinin %95 oranında benzerlik olduğunu göstermektedir.

Tablo 4, İdeal nöron sayıları ile ağ performansı verilerini göstermektedir.

TABLO 4. İDEAL NÖRON SAYILARI İLE AĞ PERFORMANSI

Gizli katmandaki nöron sayısı	SSE	MRE(%)	R2
22	0,0809199	21,24600891	0,951904

Ayrıca 10 hastanın ölçülen FEV1 değerleri ile g ölçüm değerleri arasında ilişki olup olmadığını araştırmak amacı ile

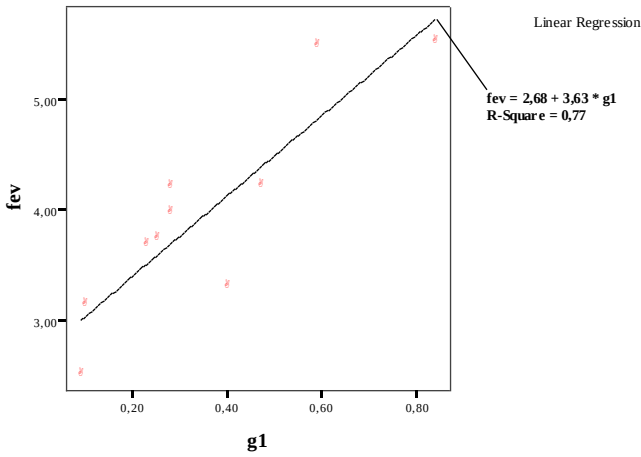
Pearson (Kendal) korelasyon katsayısı hesaplanmış ve bulunan sonuçlar tabloda verilmiştir.

TABLO 5. KORELASYON SONUÇLARI

FEV1	G1	
	Pearson Correlation (r)	,880(**)
	Sig. (2-tailed)	,001
	N	10

* Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlı (2-uçlu).

Yapılan analiz sonucunda, FEV1 ölçüm değerleri ile G1 ölçüm değerleri arasındaki ilişki %88 olarak bulunmuştur. Dolayısıyla, iki cihaz ölçüm değerleri arasında çok yüksek düzeyde ve pozitif bir ilişki olduğu görülmektedir. Ayrıca $p < .01$ olarak bulunduğundan, ölçüm değerleri arasındaki ilişki anlamlıdır. İlişki aşağıdaki grafikten de görülebilir.



Şekil 9. FEV1-g verileri arasındaki korelasyon ilişkisi

VI. TARTIŞMA

Bu çalışmada, KOAH hastalarının teşhisinde önemli parametrelerden olan FEV1 değerlerini ölçmede kolaylıkla kullanılabilecek bir ölçüm sistemi geliştirilmiştir. Geliştirilen bu sistem, diyafram üzerinden soluma sırasında meydana gelen fiziksel hareketler sonucu ortaya çıkan ivme değerlerini bir ivmeölçer yardımı ile ölçmekte ve verileri SD karta eş zamanlı kaydedebilmektedir. Sistem denetimi Arduino mikrodeneleyici ile gerçekleştirilmiştir. Ölçümleri gerçekleştirmek amacıyla 10 kişiden oluşan bir çalışma grubu oluşturulmuştur. Geliştirilen cihazın performansını ve doğruluğunu ölçmek için, medical cihaz (spirometre) ve gerçekleştirilen cihaz ile eş zamanlı ölçümler yapıp sonuçlar 2 farklı yöntem ile (hem istatistiksel olarak (%88) hem de YSA ile (%95)) karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak gerçek ivme değerleri ve gerçek hacim değerleri arasında bir ilişki kurulmuştur. Böylece ölçüm sisteminin güvenilirliği test edilirken aynı zamanda literature bu konuda önemli bir çalışma kazandırılmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Karabük Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri koordinatörlüğü tarafından, KBÜ-BAP-15/1-DR-001 proje numarası ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] H. Güler, İ. Türkoğlu, ve F. Ata, "paralel çift bölmeli akciğer modelinin elektriksel eşdeğerinin elde edilmesi" Fırat Üniversitesi, Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu 2011, pp. 260-263.
- [2] H. Güler, İ. Türkoğlu, ve F. Ata, "Mekanik Ventilator Tasarım Metotları" Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 26 (3) 2010, pp.248-257.
- [3] https://tr.wikipedia.org/wiki/Solunum_sistemi, son erişim: 31.07.2016, 22:54.
- [4] Jason H. T. Bates, "Lung Mechanics", Hardback, Cambridge University Press, The Edinburgh Building, Cambridge CB2 8RU, UK, 2009.
- [5] P. Barthel at al., "Respiratory rate predicts outcome after acute myocardial infarction: a prospective cohort study", European Heart Journal 2013,34, pp.1644-1650, doi:10.1093/eurheartj/ehs420.
- [6] J. Mann at al., "Simultaneous Activity and Respiratory Monitoring using an Accelerometer", 2011 International Conference on Body Sensor Networks, pp.139-143. DOI 10.1109/BSN.2011.26
- [7] Colin D. Mathers, Dejan Loncar, "Updated projections of global mortality and burden of disease, 2002-2030: data sources, methods and results.", 2006.
- [8] C. D.Mathers and D. Loncar, "Projections of global mortality and burden of disease from 2002 to 2030," PLoS Med, vol. 3, no. 11, 2006, pp. e442.
- [9] A.Torres at al., "Noninvasive Measurement of Inspiratory Muscle Performance by means of Diaphragm Muscle Mechanomyographic Signals in COPD patients during an Incremental Load Respiratory Test", 32nd Annual International Conference of the IEEE EMBS Buenos Aires, Argentina, August 31 - September 4, 2010, pp.2493-2496.
- [10] Niall A. Fox, at al., "An Evaluation of a Non-contact Biomotion Sensor with Actimetry", Proceedings of the 29th Annual International Conference of the IEEE EMBS Cité Internationale, Lyon, France, 2007, pp.2664-2668.
- [11] S. Patel at al., "Using Wearable Sensors to Monitor Physical Activities of Patients with COPD: A Comparison of Classifier Performance", 2009 Body Sensor Networks, pp.234-239. DOI 10.1109/BSN.2009.53.
- [12] Delsey M. Shemll at al., "Accelerometer-based Measurement of Exercise and Mobility for Pulmonary Rehabilitation", 0-7803-8285-4/04/\$20.00 02004 IEEE, pp.237-238.
- [13] F. Bastianini, S. Silvestri, E. Schena, S. Cecchini and S. Sterzi", Evaluation of pulmonary rehabilitation after lung resection through opto-electronic plethysmography", 32nd Annual International Conference of the IEEE EMBS Buenos Aires, Argentina, 2010, pp.2481-2484.
- [14] Kamlesh A. Waghmare, 2Bhushan V. Wakode, Prashant N. Chatur, "Spirometry Data Analysis and Classification Using Artificial Neural Network: An Approach", International Journal

of Emerging Technology and Advanced Engineering,(ISSN 2250-2459, Volume 2, Issue 1, January 2012,pp.67-70.

[15] https://tr.wikipedia.org/wiki/Yapay_sinir_a%C4%9Flar%C4%B1, son erişim: 31.07.2016, 23:44.

[16] Tasdemir, S., Saritas, I., Ciniviz, M., Allahverdi, N., "Artificial neural network and fuzzy expert system comparison for prediction of performance and emission parameters on a

gasoline engine", Expert Systems with Applications, 38(11), 2011,pp.13912-13923.

[17] Saritas, I., I.A. Ozkan, S. Herdem, "An Artificial Neural Network Model for Magnetic Filter Performance", 1st Taibah University International Conference on Computing and Information Technology (ICCIT2012), 1, 2012, pp.50-55.

Lokasyon Bazlı CAPTCHA

Ahmet Anıl Müngen

Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
Fırat Üniversitesi
Elazığ, Türkiye
amungen@gmail.com

Eda Sena Karaağaçlı,

Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
Karadeniz Teknik Üniversitesi
Trabzon, Türkiye
eda.karaagacli@gmail.com

Hakan Erdöl

Elektrik-Elektronik Mühendisliği
Bölümü
Karadeniz Teknik Üniversitesi
Trabzon, Türkiye
hakanerdol@ktu.edu.tr

Özet— İnternet teknolojilerinin kullanımının artmasıyla birlikte, internette insanları taklit eden botların da sayısı artmaktadır. İnternet botları web sitelerine saldırı yaparak ve yanlış veri girerek web sitelerini manipüle etmeye çalışır. Bot girişlerini önlemek için birçok yöntem geliştirilmiştir. Çevrim içi hizmet sağlayıcıların oluşturduğu bilgi temelli kimlik doğrulama metodları (knowledge - based authentication) gibi birçok statik ve dinamik güvenlik tedbirleri oluşturulmuştur. Bunlardan en bilineni ve en başarılısı kullanıcıya karışık kelimeler, işlemler veya cümleler soran captcha'dır. İnternet korsanları ve bot saldırıları yeni nesil captcha'ların da güvenlik önlemlerini atlatmaya çalışmaktadır. Günümüzde kullanılan birçok captcha zor okunan kelimeler, hareketli metinler ve/veya çoktan seçmeli fotoğraflar içerir ve zaman içinde bu captcha'lar farklı filtreler, bilgisayar görmesi ve görüntü işleme çalışmaları ile aşılmaya uygundur. Bu çalışmada lokasyon bazlı captcha ile kişinin bulunduğu lokasyonu, kişinin cihazının bağlı bulunduğu wifi ile tespit edip bulunduğu lokasyona özel metin, soru veya ses ile oluşturulan dinamik captcha testleri oluşturulacaktır. Böylece kullanıcıların etkin kullanım performansları arttırılırken, bilgisayar botlarının saldırılarının başarı oranları azaltılacaktır. Yetkisiz girişimleri daha yüksek oranda engelleyecek captcha'lar üretilmeye çalışılacaktır.

Anahtar Kelimeler— CAPTCHA, Doğrulama Resmi, Güvenlik Kodu, Lokasyon Bazlı Dinamik Sorular

Abstract— With the increasing in usage of internet technologies, human-imitating bots' number is increasing. Internet bots try to manipulate web sites by attacking to web sites and inserting of false data. Many methods are developed in order to block data input from bots. Many static and dynamic security measures consisted by online service providers such as knowledge-based authentication. Widely known and the most successful method is CAPTCHA which asks some words in a complex figure or wants user to solve a mathematical question. Hackers and bot developers work on new bots to overcome security measures of new generation CAPTCHAs. Nowadays, many CAPTCHA contains multiple choice picture questions, difficultly reading words or moving texts. However, Over time, these captchas are suitable to be overcome by use of various filters and image processing methods. In this work, Location-based CAPTCHA detects the user location via connected Wi-Fi, will try to produce new dynamic CAPTCHAs according to user location. New CAPTCHA will ask location specific text, sound or questions to user. Thus, users active usage performance will be improved while success rate of bots attack will be decreased. So, it is aimed

to produce CAPTCHAs which will prevent unauthorized interventions with higher success rate.

Index Terms— CAPTCHA, Image Verification, Security Code, Location Based Dynamic Questions

I. GİRİŞ

Teknolojinin hızlı gelişmesi ile internete bağlanan cihaz sayısı ve interneti kullanım oranları her geçen yıl ciddi bir şekilde artmaktadır [1]. Gelişen teknoloji kullanıcı alışkanlıklarını da değiştirmekte, kullanıcıları internet üzerinden daha çok hizmet almaya ve şirketleri internet üzerinden daha çok hizmet vermeye teşvik etmektedir. E-Nabız ve elektronik randevu gibi hizmetler ile sağlık sektörü, para alma gönderme ve mevduat işlemleri ile bankacılık sektörü, çevrimiçi sınav başvuruları ve belge sağlama gibi hizmetler ile devlet uygulamaları teknolojik dönüşümün yaşanıp, hizmetlerin internetten sağlandığı uygulama alanlarından sadece bazılarıdır [2]. Yeni internet uygulamalarının kapsamı, kullanım oranı ve kullanıcıların yapabileceği işlemlerin sayısı arttıkça, uygulama güvenlik sorunları da daha fazla ortaya çıkmaktadır. Güvenlik açıklarından en sık görülenleri; kullanıcıların kişisel bilgilerine istemediği kişilerin erişimi ve kötüye kullanımı hususlarıdır [3].

Güvenlik sorunlarını; kişisel güvenlik açıkları, kurumsal güvenlik açıkları ve sosyal mühendislik güvenlik açıklıkları ana başlıkları ile sınıflandırabiliriz. Güvenlik açıklarının web sitelerine yönelik olanları da vardır. Bot saldırıları en sık görülen web sitesi saldırı çeşitlerinden biridir. Genel olarak sitenin hizmet veremeyeceği kadar fazla sayıda talep üretip web sitesini cevap veremez hale dönüştürür. Bu saldırı tipine DDOS'da denir. Bot'lar saldırı dışında sistemlere normal kullanıcı gibi üye olarak kural dışı menfaat kazanma yoluna da gidebilen yazılımlardır [4]. Bot ile ilgili sorunları engellemek için yazılımcılar ve sistem uzmanları tarafından çeşitli uygulamalar ve yöntemler geliştirilmiştir [5]. Bu çalışmada ele alınan güvenlik yöntemi ise captcha yöntemidir.

Bu makale de ilk bölümde captcha'nın çalışma mantığı ve captcha türlerinden, ikinci bölümde captcha'nın eksiklikleri ve güvenlik açıklıkları açıklanmıştır. Üçüncü bölüm de ise güvenliği arttırmak için lokasyon bazlı captcha'nın çalışma mantığı, kullanılan kütüphaneler ve elde edilen sonuçlardan bahsedilmiştir. Dördüncü bölümde ise karşılaşılan problemler

ve ileri ki çalışmalar tartışılmıştır. Son bölümde ise çalışmanın sonuçları sunulmuştur.

II. CAPTCHA

Captcha kelimesinin açılımı 'Completely Automated Public Turing test to tell Computers and Humans Apart' dır. Captcha kısaca 'İnsan ve Bilgisayar Ayrımı Amaçlı Tam Otomatik Genel Turing Testi' dir. Captcha ilk olarak 1997 yılında Martin Abadi, Krishna Bharat ve Andrei Z. Broder tarafından ortaya atılmıştır. 21. yüzyılın başında Luis von Ahn, Manuel Blum, Nicholas J. Hopper ve John Langford tarafından Carnegie Mellon Bilgisayar Mühendisliği bünyesinde geliştirilmiştir [6].

Captcha yönteminin amacı yapılacak olan o anki işlemin bir insan tarafından mı yoksa istemci yani bir bilgisayar tarafından mı gerçekleştiğini ayırt edilmesini sağlamasıdır [7]. Sınama-yanıt metodu olarak da bilinen yöntem spam ve kullanıcı şifrelerinin çözülmesinin korunmasını da destekler.

Metodun çalışma mantığı, yapmak istenilen işlemi sonlandırma esnasında kullanıcıdan Şekil.1'de görüldüğü gibi basit bir testin cevaplanmasını istemesidir. Bu test çoğu zaman bilgisayarların çözemeyeceği rakam ve harflerden oluşan silik ve deforme edilmiş yazılar, sesli rakam ve harf tanımlamaları ve ya görsel resim içerikleri ile ilgili sorulardan oluşur. Böylece sisteme giriş yapmak isteyen bir bot mu yoksa insan mı olduğunu belirler.



Şekil.1. Örnek bir reCaptcha Testi

A. Popüler Captcha Türleri

Birkaç tür captcha vardır. Bunlardan en bilinenlerinden biri reCaptcha'dır. Carnegie Mellon Üniversitesinden, Luis Von Ahn'ın araştırmaları sonucu, her gün internette 60.000.000 captcha'nın çözüldüğü ortaya konulmuştur [8]. Her bir captcha şifresinin, kullanıcı tarafından çözülmesinin ortalama olarak 10 saniye sürdüğü hesaplanmıştır. Toplam olarak günde kullanıcıların 150.000 saatini captcha testini çözmek için harcadığı öne sürülmektedir [9]. Oldukça fazla harcanan iş gücünün kısaltılması için Luis Von Ahn, kitapların sayısallaştırılması metodunu önermiştir [10]. Ancak eski kitapların sayfalarındaki bozulmalar ve ya basım problemleri sebebi ile okuyucu program tarafından birçok kelime doğru tanımlanamaz. Doğru tanımlanamayan her kelime için program uyarı verir ve aktarım süreci her anlaşılamayan kelime için uzar. Bu da istenmeyen bir durumdur.

ReCaptcha olarak adlandırılan metot sayesinde, kütüphanelerde bulunan çok eski kitaplar da dâhil olmak üzere tüm kitaplar 'Optical Character Recognition (OCR)' yani optik karakter okuyucu yöntemi ile bilgisayar ortamına aktarılmaktadır [11]. ReCaptcha sayesinde okunamayan kelimeler ve harfler otomatik olarak internete aktarılmaktadır.

Bu kelimeler ve rakamlardan oluşan ifadeler, birçok kullanıcı tarafından sisteme aynı şekilde yazılırsa en çok girilen kelime doğru kabul edilip metin olarak aktarılacaktır. Bu sayede kullanıcılar karışık ve deformasyona uğramış kelime ve harflerden dolayı zorluk çekmeyecek, hem de kitapların dijital ortama aktarım işlemine yardımcı olunacaktır [12].

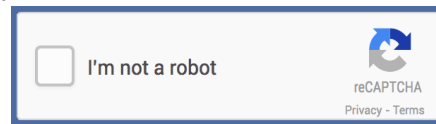
ReCaptcha metodu birçok kullanıcı tarafından sisteme girilen ifadelerin doğru ya da yanlış olduğunu şu şekilde anlamaktadır;

Metot her seferinde iki tane rakamlardan ve sayılardan oluşan ifade gösteriyor. İfadelerden birisi daha önce okunmuş ifadelerden seçilirken, diğeri daha önce hiç okunmamış ifadelerden seçiliyor. Kontrol için daha önce okunan ifade kullanılıyor. Hiç okunmamış kelime için, kullanıcı tarafından verilen cevaptaki ifadeler bilgisayara aktarımını sağlıyor [13].

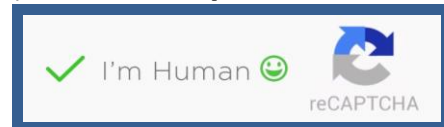
16 Eylül 2009 yılında, Google firması tarafından reCaptcha satın alındı [14]. Metot, Google Inc. tarafından geliştirilen yeni bir algoritma sayesinde tek tık ile captcha testinin geçmesi sağlanıyor.

Bu işlem Google içerisinde bulunan risk analizi motoru kullanılarak yapılır. Kullanıcının sayfa içerisindeki fare hareketlerini kayıt altında tutup, insansı hareketlerini inceleyerek, ikisinin karşılaştırması sonucu sayfa üzerinde işlem yapmak isteyen bir bot mu yoksa insan mı olduğunu belirler [15]. Google tarafında geliştirilen web hizmetlerinden birisi risk analizi motorudur. Analiz motoru içinde merkezi veritabanı bulunur. Bu veritabanı sayesinde bütün saldırılar ve botlar ile gerçekleştirilen tüm sahte girişler toplanır ve elde edilen veriler işlenir. Veritabanında daha önceden bulunan saldırı girişimlerinin cookie ve IP numaraları bakımından değerleri tutulur. Recaptcha testinin bulunduğu sayfaya bu veriler ile giriş yapmak isteyen bot saldırısı ile karşılaşılırsa sistem otomatik olarak girişi reddeder. Kullanıcının, testin bulunduğu sayfa üzerindeki görüntülenme süresi ve diğer sayfalarındaki fare hareket izleri takip edilir. Daha önce veritabanında mevcut olan ve insan olarak kabul edilmiş veriler ile karşılaştırılır. Google tüm web siteleri üzerinde tek ve ortak veritabanı kullanarak, tüm kullanıcıların fare hareketlerine erişerek yapay zekâ sayesinde uygulamayı geliştirir. Ayrıca cihaz algılaması yaparak, kullanıcının mobilden mi, masa üstü bilgisayardan mı veya tablet bilgisayarlardan mı giriş yaptığını ayırt etmesi gerekmektedir [16].

Google tarafından geliştirilen yeni reCaptcha Şekil.2'de gösterilmektedir. Sadece "I'm not a robot" yani ben bir robot değilim kutucuğunun tıklanması ile test kolay bir şekilde geçer.



Şekil.2. Örnek bir recaptcha testi



Şekil.3. Örnek bir recaptcha testi geçilince görseli

Bilinen captcha türlerinden biri de Sguigl-Pix metodu ile oluşturulan captcha'lardır. Bu metod ile kullanıcıya sunulan captcha testinde bir konu belirleniyor ve kullanıcıya birkaç resim gösteriliyor. Daha sonra konu ile ilgili olan resimlerin kullanıcı tarafından seçilmesi isteniyor. %90 ve üzeri başarı elde edilene kadar test devam ettiriliyor.

Diğer popüler captcha türlerinin biri ise Esp-Pix'dir. Bu metod ile kullanıcıya dört veya altı adet resim gösteriliyor. Resimlerin bazılarında bulunan ortak özellik oluşturulan bir liste içerisinde yer alıyor. Kullanıcıdan bu resimler arasında bulunan ortak özelliği listeden seçmesi isteniyor. Doğru seçeneğin seçilmesi durumunda test geçiliyor. Sguigl-Pix metodundan farklı olarak kullanıcıya önce resimler gösterilip daha sonra kullanıcıdan, seçenekler arasından resimler arasındaki ilişkinin ya da ortak konunun hangisi olduğu sorulur ve yanıt beklenir.

B. Captcha'nın Kullanım Alanları

- Web sitesi üyeliğinin kontrol edilmesinde yaygın olarak kullanılır. Üyelik esnasında oluşabilecek bir bot saldırısına karşı güvenlik sağlamak amacıyla tercih edilir. Bot saldırısı ile oluşabilecek çok fazla sayıda üyeliğin önüne geçilmesi, sahte hesap ve ya oturum açma işlemlerinin engellenmesi amaçlanmaktadır.
- Bazı botlar web sitelerinde bulunan E-mail adreslerini toplar ve bu adreslere spam mail gönderir. Bazı web siteleri adreslerinin spam mailerinin hedefi olmaması için mail adresinin tamamını görmek isteyenleri bir captcha'ya tabi tutmaktadır.
- Birçok kullanıcı tarafından tercih edilen blog sayfalarına spam yorumların oluşumunu engellemek için yine captcha'lar kullanılır. Blogger'lar çoğu zaman gelen spam yorumların farkındadırlar. Botların oluşturdukları spam yorumlar sayesinde arama motorlarında, oluşturulan spam'ın web sayfasının en üst sıralarına çıkartılması sağlanır. Bu tür yorumların ve spam saldırılarının önüne geçmek için yaygın olarak captcha'lar kullanılır. Böylelikle bloglara olan bot saldırılarının önüne geçilerek üye olmadan sadece captcha yardımıyla kullanıcılar tarafından yorum yapılabilir.
- Mevcut bir hesabın şifresi değiştirilirken de yine captcha metodu kullanılır. Kullanıcının üst üste yanlış şifre girmesi olağan bir durumdur. Ancak botlar tarafından üst üste birçok kez şifrenin yanlış girilmesiyle kullanıcı hesabının kilitlenmesi söz konusu olabilir. Bununla birlikte kaba kuvvet yöntemi ile kırılmak istenen şifrelerinde önüne kolayca geçilebilir.
- Web sitelerinde ve internet ortamında yapılan anketlerde captcha kullanılabilir. Anket sonuçlarının olumsuz ve istenmeyen bot saldırılarından engellenmesinde, sağlıklı sonuçlar elde edilmesinde yaygın olarak kullanılan metotlardan biri captcha metodudur.

III. Lokasyon Bazlı Captcha

Captcha'ya karşı yapılan saldırılar temelde metod içinde bulunan rakamlar ve harfler bilgisayar tarafından okunabilmesi anlamına gelir. Bu sebeple captcha içinde bulunan rakamlar ve harfler her yeni versiyon da daha zorlaştırılır. Ancak bu durumda kullanıcılar tarafından da captcha metodu testini çözmek zorlaşır ve gerçek kullanıcıların testi geçme oranı düşer. Bu saldırıları engellemek için rakamlar ve yazılar ne kadar zorlaştırılırsa zorlaştırılsın, kullanıcıların okuyup anlayabileceği seviyede olmalıdır. Bunun için sadece rakamlar ve harflerden oluşan sistemler günümüzde güvenlik açısından yetersiz kalmaktadır.

Yahoo!, Google ve Facebook gibi dünya çapında bilinen internet üzerinden hizmet veren büyük oyuncular bile captcha'lar üzerinden saldırıya maruz kalmakta ve captcha sistemlerini geliştirmek için yeni yazılımlar üzerinde çalışmaktalar [13].

Captcha'da yazı veya resim gizleme yöntemlerinin birçoğu terse (reverse) çevrilebilen işlemlerden oluşur. Yani bir resme belli bir filtreleme uygulanması sonrasında bu filtrenin ters filtresini uygulayıp resmin orijinaline yakın bir haline dönüştürebilmesi anlamına gelmektedir. Bununla birlikte yazıların üzerine çizilen çizgiler farklı resim işleme metotları ile zaman içinde temizlenebilir ve bilgisayarın okuyacağı metotlar haline gelebilir. Günümüzde reCaptcha'da kullanılan JavaScript destekli captcha uygulamaları da bot yapanlar tarafından çözülecektir [17]. Yeni nesil captcha'ların bazıları çoktan resim seçme şeklinde çalışmaktadır. Resimleri aldıkları web siteleri de, internette bulunan ve halka açık web siteleri olduğu için bu resimlerin bulunup tag'lerinden çoklu resim seçimi işleminin çözülmesi de yapılabilir [18].

Lokasyon bazlı captcha'lar temel olarak kullanıcının bulunduğu lokasyona yani bağlandığı WIFI ağına göre kullanıcıya captcha gösteren yaklaşımdır. Çalışmamızda özellikle belirli lokasyonlardan girilmesi gereken internet servislerine veya internet sitelerine girişte bu tür captcha'lar kullanılarak güvenli girişin gerçekleştirilmesi amaçlanmaktadır. Örneğin sadece o an mekânda bulunan müşterilerine wifi hizmeti sunmak isteyen bir kafe, kafe veya restoran sahibi, dışarıdan wifi ağına bağlanmak isteyenlerin kısıtlandırmasını lokasyon bazlı captcha'lar ile kolaylıkla sağlanabilir. İçeride bulunanlara yalnızca içeride bulunan kişilerin görebileceği resim, poster, tablo, menü içeriği gibi captcha oluşturabilecek her tür nesne ile lokasyon bazlı olarak captchalar üretilebilir.

Lokasyon bazlı captcha konusunda yapılmış bazı çalışmalar vardır. Bunlardan ilki Roland van Rijswijk-Deij tarafından yapılmış lokasyon bazlı şifre [19] uygulamasıdır. Roland Van Rijswijk-Deij uygulamasında lokasyonu iBeacon ile tespit etmiş ve kullanıcıya lokasyona göre şifre sormuştur. İkinci Wen-Bin Hsieh ve Jenq-Shiou Leu yaptıkları çalışmada [20] Rijswijk-Deij gibi lokasyon bazlı şifre sorgulamayı amaçlamış ama bunu GPS verisi ile yapmıştır. Son olarak Yusuf Albayram ve arkadaşları [21] yaptıkları lokasyon bazlı çalışma ile bilgi tabanlı kimlik doğrulama işlemine yeni bir boyut getirerek lokasyona özel bilgi sorarak doğrulama yapmışlardır. Bizim çalışmamız da Yusuf Albayram ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmayı temel alındı. Geçmişte yapılan

çalışmalarda genel olarak kullanıcıların giriş yapmak istedikleri cihaz üzerinden lokasyon verileri alınarak, bulunduğu bölge tespit ediliyor. Buna bağlı olarak önceden oluşturulan ve o bölgeye ait statik captcha resimleri kullanıcıya sunuluyor. Kullanıcıdan bulunduğu bölgeye ait olan resimli captcha'ların seçilmesi isteniliyor. Sunulan resimler içerisindeki bağlantılı captcha resimlerinin hepsi doğru seçildiği takdirde test başarılı bir şekilde sonlandırılıyor.

Bir başka potansiyel kullanım alanı; üniversite içerisinde oluşturulan wifi ağına sadece kampüste bulunan ve girişinin istenildiği kişiler tarafından yapılması için özel lokasyon bağlı captcha'lar üretilmesi sağlanabilir.

Birçok kurum gibi üniversitelerde kendi içerisindeki her bir fakülte için farklı bir IP (Internet Protokol) bloğu uygulamaktadır. Sistem internete veya bir siteye bağlanmak isteyen kullanıcıların yerel IP'sini alarak kullanıcıların bağlı bulunduğu wifi'yi ve fakülteyi tespit eder. Daha sonra fakülteleri ile ilgili afiş, resim ile oluşturulmuş captcha'yı kullanıcıya gösterir.

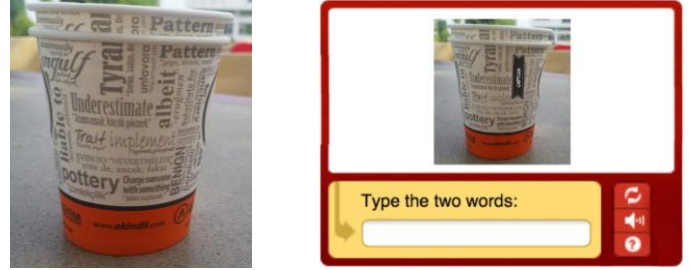
Çalışma da kullanılan birkaç örnek aşağıda açıklanmıştır. Kore Dili ve Edebiyatı bölümünden giriş yapmak isteyen kullanıcıya Korece oluşturulan ve sadece fakülte içerisinde kişilerin görebileceği captcha niteliği taşıyan nesnelerden oluşan captcha'lar üreterek kişinin testi geçmesi beklenmektedir. Lokasyon bazlı kişileştirilmiş captchaların başka bir potansiyel kullanım alanı Matematik Fakültesi olabilir. Bu fakülteden ağa giriş yapmak isteyen kullanıcıya, bir dakika içerisinde cevap verebileceği ve captcha niteliği taşıyan özel captcha'lar üreterek kullanıcının testi geçmesi beklenmektedir. Makine Mühendisliği kantininde oturan öğrencilerin rahatlıkla görebileceği ve bilinen fakültenin simgesi haline gelen uçak üzerinde oluşturduğumuz captcha örneği Şekil.4'te görülmektedir. Şekil.5'te görülen Makine Mühendisliği kantininde oturan ve herkesin rahatlıkla görebileceği mobese kamerasının numarası oluşturduğumuz başka bir captcha örneğidir. Şekil 6.'da kantinde içilen kahve bardakları üzerinde bulunan İngilizce kelimelerden oluşturulmuş bir captcha örneği görülmektedir. Bu tür captcha'lar aynı zamanda bir husus hakkında öğretici veya bir konuda hatırlatıcı olabilir. Böylece eğitime günlük hayat içinden de destek verilebilir.



Şekil.4. Lokasyon Bazlı captcha uygulaması için örnek görsel (Kantin)



Şekil.5. Lokasyon Bazlı captcha uygulaması için örnek görsel (Kampus)



Şekil.6. Lokasyon Bazlı captcha uygulaması için örnek görsel (Kantin)



Şekil.7. Lokasyon Bazlı captcha uygulaması için örnek görsel (Kampus)

Başka türde oluşturulan bir captcha türü de kullanıcıdan çoktan seçmeli şıklar arasında doğru olanın seçilmesinin istenmesidir. Bu yöntemle oluşturulan, Makine Mühendisliği kantininde oturan kullanıcıların rahatlıkla görebileceği çöp kutusunun üzerindeki rakamdan oluşan captcha testi Şekil.7'de gösterilmektedir.

Çalışmada kullanılan algoritmanın kaba kod hali Şekil.8'de gösterilmektedir.

```

Start
ip = takeuserip()
wifiid = wifilookuptable(ip)
kontrol = false;
while(kontrol==false)
    captcha = takecaptcha(wifiid);
    cevap=show(captcha)
    if(cevap==true)
        kontrol=true
    end
end
finish

```

Şekil.8. Çalışmada kullanılan algoritmanın kaba kodu

Bu çalışmanın muadillerinden [19-21] başlıca farkı; kantinde, kafede veya restoranda oturan kişinin bağlanabilmesi için, aynı zamanda bir yeri tanıtmak için sosyal mesaj vermek amacıyla, o an içinde bulunan ortamda çalan müziği sitemimize entegre ederek kullanıcıya soru olarak yöneltilir. Sadece yazılı metin ile oluşturulan captcha'lerden farklı olarak, daha önceden hazırlanmamış, dinamik içerikli aynı zamanda o anda anlık ortamda lokasyona bağlı olarak captcha'lar üretilir. Aslında çalışmada gerçekleştirilen müziğin çalındığı bilgisayardan, çalan şarkının ismini alındı ve kullanıcıya beş adet çoktan seçmeli soru olarak yöneltilir. Dijital ortamda anlık kayıt yapmış olundu. Ayrıca o an ortamda çalışan herhangi bir personelin anlık kamera kayıtlarından fotoğrafını alınarak, kullanıcıdan çalışan personelin fotoğrafını seçmesi beklendi. Ortamın geniş olması kullanıcının dikkatini toplayamaması gibi koşullar göz önüne alınarak sorulan üç sorudan ikisinin doğru cevaplanması captcha testinin geçilmesi için yeterli görüldü.

IV. TARTIŞMA

Lokasyon bazlı captcha uygulamaların da GPS verisi yerine bağlı bulunan wifi verisinin kullanılma nedeni GPS desteklemeyen cihazlarda da captcha testi uygulanabilmesi ve sahte GPS üreten cihazlar sayesinde sistemin güvenilirliğinin aşılmasına engel olunması içindir. Lokasyon bazlı captcha'lar diğer captcha'lar ile birlikte kullanılabilir. Böylece botlara karşı hem modern captcha'ların modern güvenlik yaklaşımları hem de lokasyon bazlı captcha'nın güvenliği yaklaşımları birleşmiş olur.

Çalışmamızda sadece görsel referans veya bilgi referansı olan örneklemeler kullanılmış olsa da lokasyona göre captcha uygulamaları daha da çeşitlendirilebilir ve güvenlik öğeleri artırılabilir.

Kullanıcıların zor captcha testleri ile uğraşmaları yerine eğlenceli ve dikkatlerini çekici captcha testleriyle, captcha uygulamaları daha eğlenceli hale getirilebilir.

Lokasyon bazlı captcha testleri ticari olarak da kullanılabilir. Kampüs içinde bir etkinliğin afişini temel alarak hazırlana bir captcha afişin defalarca bakılmasını sağlayabilir ve farkındalık oluşturabilir.

V. SONUÇ

Lokasyon bazlı captcha'lar mevcut captcha türlerinin aksine bilgi temelli soruları kullandığı için diğer captcha'lara oranla bot saldırılarına karşı daha güvenlidir. Aynı zamanda captcha'ları zorlaştırmanın sadece rakamların ve ifadelerin deformasyonu ile kullanıcılara zor testler sunmak demek olmadığı ve lokasyon bazlı captcha'lar da kullanılan görseller ile kullanıcının dikkati daha fazla çekilmiş ve testi çözmek daha eğlenceli hale getirilmiştir. Bu çalışmada, muadili kabul edilebilecek önceki çalışmalardan farklı olarak anlık durumlar üzerinden sorular üretilmesi captcha türlerinin ilerleyen zamanlarda farklı boyutlara taşınabileceğini ve güvenilirliğinin her geçen gün artacağını göstermektedir.

- [1] A. Odlyzko, "The Current State and Likely Evolution of the Internet", Global Telecommunications Conference, Rio de Janeiro, 1999, pp. 1869-1876.
- [2] Z. Qu., "Rough Sets and Its Application in Evaluating Security Problems of E-government Affairs", Power Electronics and Intelligent Transportation System (PEITS) International Conference, vol.3, Shenzhen, 2009, pp. 66-69.
- [3] K. S. Shankar, "Special Feature the Total Computer Security Problem: an Overview", IEEE Computer Society, Haziran 1977, vol.10, Issue 6., pp. 50-73.
- [4] M. T. Nayeem, M. M. R. Akand, N. Sakib and M. W. U. Kabir, "Design of a Human Interaction Proof (HIP) Using Human Cognition in Contextual Natural Conversation", Cognitive Informatics & Cognitive Computing (ICCI*CC) 13th International Conference, London, 2014, pp. 146-154.
- [5] O. Qingyu, "Security Evaluation Model of the Information System Based on the Security Characteristic Measure for the Key", 2010 International Conference on Computer, Mechatronics, Control and Electronic Engineering, Changchun, 2010, pp. 252-255.
- [6] A. Luis, B. Manuel, H. Nicholas and L. John, "CAPTCHA: Using Hard AI Problems for Security", International Conference on the Theory and Applications of Cryptographic Techniques, Eurocrypt, 2003.
- [7] L. V. Ahn, "Human Computation", 2008 IEEE 24th International Conference on Data Engineering, Cancun, 2008, pp. 1-2.
- [8] C. C. Hsieh and Z. Y. Wu, "Anti-SIFT Images Based CAPTCHA Using Versatile Characters", International Conference on Information Science and Applications (ICISA), Suwon, 2013, pp. 1-4.
- [9] M. Yuen, "A Survey of Crowdsourcing Systems", Privacy, Security, Risk and Trust (PASSAT) and 2011 IEEE Third International Conference on Social Computing (SocialCom), Boston MA, 2011, pp 766-773.
- [10] R. J. Simmons, "Profile Luis vonAhn: reCaptcha, games with a Purpose", The ACM Magazine for Students, vol. 17, Issue 2, New York, 2010, pp. 49.
- [11] [OCR] H. Abubaker, "Cloud-based Arabic reCaptcha service: Design and Architecture", 12th International Conference of Computer System and Applications (AICCSA), Morocco, 2015, pp. 1-6.
- [12] İ. Gümüş and O. Abul, "Turkish Archive Digitization by Human Computation Approach, Innovations in Intelligent Systems and Applications (INISTA), 2012 International Symposium, Trabzon, 2012, pp. 1-4.
- [13] J. Lung, "Ethical and Legal Considerations os reCaptcha", Privacy, Security and Trust (PST), 2012 Tenth Annual International Conference, Paris, 2012, pp. 211-216.
- [14] <https://googleblog.blogspot.com.tr/2009/09/teaching-computers-to-read-google.html>, "Teaching computers to read: Google.
- [15] S. M. R. S. Beheshti and P. Liatsis, "How Humans Can Help Computers to Solve an Artificial Problem?", 2015 International Conference on Systems, Signals and Image Processing (IWSSIP), London, 2015, pp. 291-294.4.
- [16] S. Sivakom, I. Polakis and A. D. Keromytis, "I'm Robot: (Deep) Learning to Break Semantic Image CAPTCHAs", 2016 IEEE

- European Symposium on Security and Privacy(EuroS&P), Saarbrücken, 2016, pp. 388-403.
- [17] H. Gao, X. Wang, F. Cao, Z. Zhang, L. Lei, J. Qi and X. Liu, "Robustness of Text-Based Completely Automated Public Turing Test to Tell Computers and Humans Apart", IET Information Security, vol.10, issue. 1, 2015, pp. 45-52.
- [18] N. Hongwarittorn and S. Meelap, "Gestalt Geometric Captcha", International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems (ICACSIS), Depok, 2015, pp. 325-330.
- [19] R. Rijswijk-Deij, "Simple Location-Based On-Time Passwords", Radboud University , Nijmegen, 2010.
- [20] W. Hsieh and J. Leu., "Design of a time and Location Based One-Time Password Authentication Scheme", International Wireless Communications and Mobile Computing Conference, İstanbul, 2011, pp. 201-206.
- [21] Y. Albayram, M. M. H. Khan, A. Bamis, S. Kentros, N. Nguyen and R. Jiang, "Designing Challenge Questions for Location-Based Authentication System: a real-life study", Human-centric Computing and Information Sciences, 2014, pp. 1-28.

Farklı Önceliklere Sahip Genel Yayın Paketlerinin Tasarsız Araçsal Ağlarda Değerlendirilmesi

Serkan Öztürk, Mete Çelik, Ertuğrul Gül

Department of Computer Engineering

Erciyes University

Kayseri, Türkiye

serkan@erciyes.edu.tr, mcelik@erciyes.edu.tr, ertgrl.gul@gmail.com

Özet—Tasarsız araçsal ağlar, araçlar arası ve araç-altyapı arası kısa mesafe iletişime dayalı hareketli tasarsız ağların özel bir durumu olarak tarif edilebilir. IEEE 802.11p araçsal ortamda kablosuz erişim için tahsis edilmiş kısa mesafe haberleşme standardı olarak adlandırılır. Bu standart yol güvenliği mesajlarını, eğlence hizmetlerini ve sayısız zeki taşıma sistem uygulamalarını desteklemek için tasarlanmıştır. Bu makalede Omnet++ benzetim programı kullanılarak kontrol kanalında farklı önceliklere sahip genel yayın verilerin iletilmesinde tasarsız araçsal ağın performansı değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler—Tasarsız araçsal ağ, IEEE 802.11p, MAC katmanı

Abstract—Vehicular ad-hoc network (VANET) is a special type of Mobile ad-hoc network based on short range communications among moving vehicles and between vehicles and roadside units. IEEE 802.11p is referred to as dedicated short-range communications standard for wireless access in vehicular environment intended to support road safety messages, infotainment services, and other as well as a number of other intelligent transportation systems applications. In this paper we investigate the performance of a VANET by using Omnet++ simulation program for transmitting broadcast safety data that have different priorities on the control channel.

Keywords—Vehicular ad-hoc network, IEEE 802.11p, MAC layer

I. GİRİŞ

Günümüzde şehir nüfusları arttıkça trafikte kullanılan araç sayısı da artmakta; bu durum ulaşımı ve trafiği olumsuz etkilemektedir. Trafikteki kazaların ve sorunların azaltılması için, araç trafiğinde kablosuz ağların kullanımıyla ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Bu amaçla kullanılan tasarsız araçsal ağlar (vehicular ad hoc network, VANET), başlangıçta güvenliği amaçlayan yol bilgisi, kaza durumu, şerit takibi, hız limitleri vb. uygulamaları kapsamıştır. Daha sonra sürücüye ve yolculara yolculukta bilgi verme ve eğlendirme amacıyla internet, video ve bunu amaçlayan ticari uygulamalar eklenmiştir [1].

Tasarsız araçsal ağlarda, araçlar arası iletişim, araç-altyapı iletişimi ve altyapı birimleri arası iletişim olmak üzere üç farklı iletişim şekli bulunmaktadır. Bu iletişim biçimleri her araçta bulunan OBU (On board Unit) ve RSU birimlerinin çevresel faktörler ve trafiğin akışına göre gerekli iletişim sağlaması esasına dayanır [2].

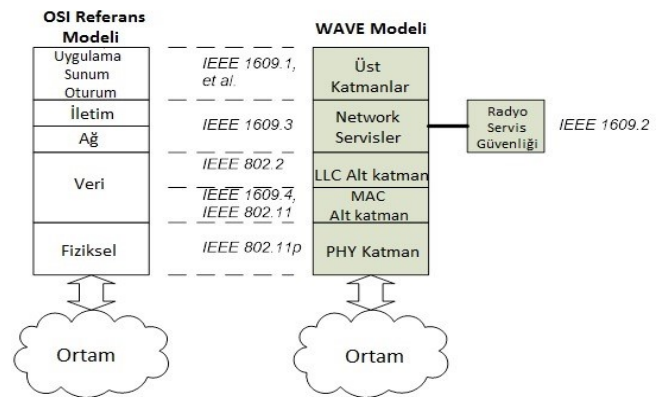
VANET hareketli tasarsız ağların (Mobile Ad hoc Networks) özel bir durumu olarak tarif edilebilir [3]. Ancak diğer tasarsız ağlardan hareket eden trafikte geçici bir ağ olması, kendi kendine organize olabilen bir yapı olması, sabit bir altyapı gerektirmemesi, basit olması ve dağıtık bir yapı olmaması gibi sebeplerden dolayı farklılık gösterir [3].

VANET'ler trafik alanında birçok gereksinimi karşılayacak uygulamalar ile ortaya çıkmıştır. Bu uygulamalar güvenlik, trafik verimliliği ve ticari amaçlı olarak üçe ayrılabilir [2]. Güvenlik amaçlı uygulamalar yoldaki bozuklukları, virajları belirten, araçların trafikte tehlikelerden haberdar olmalarını sağlayan uygulamalardır. Verimlilik amaçlı uygulamalar temelde trafiğin akışı ile ilgili bilgi veren uygulamalardır. Ticari amaçlı olan uygulamalar ise sürücünün ve yolcuların seyahatleri süresince kullandıkları video, internet ve müzik gibi eğlence amaçlı uygulamalardır.

Bu çalışmada Omnet++ 'ın Veins frameworkü ve SUMO trafik benzetim programı kullanılarak farklı önceliklere sahip genel yayın verilerin iletilmesinde IEEE 802.11p ağının performansı değerlendirilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde IEEE 802.11p protokolü hakkında genel bilgi verilmiştir. Üçüncü bölümde kullanılan programlar ve dördüncü bölümde ise yapılan çalışmalar anlatılmıştır. Son bölümde ise elde edilen sonuçlar ve değerlendirmeler verilmiştir.

II. IEEE 802.11P PROTOKOLÜ

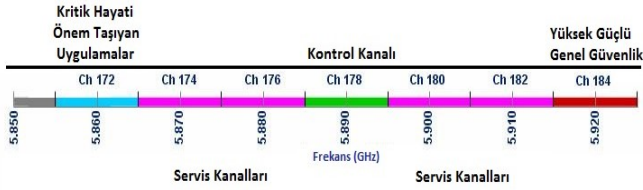
VANET'lerde kablosuz ağ iletişim teknolojisinin kullanımı ile ilgili çalışmaların artması sonucunda IEEE 802.11p standardı 2010 yılında 802.11a standardının fiziksel ve MAC katmanında değişikliklerin yapılmasıyla geliştirilmiştir [4].



Şekil 1. OSI WAVE Modeli

IEEE 802.11p protokolünün temelinde 5.9GHz bandında, 75MHzlik band genişliğine sahip DSRC (Dedicated Short Range Communuciation) standartı bulunmaktadır. 2004 yılından itibaren DSRC protokol çalışmaları IEEE 802.11 gruplarında gelişmeye devam etmiştir. IEEE 802.11p ve IEEE 1609 grupları [5,6] WAVE (Wireless Access in Vehicular Environments) modelini geliştirmek için çalışmışlardır [7]. OSI WAVE modeli Şekil 1'de gösterilmiştir. Burada IEEE 1609.1 WAVE mimarisi içerisindeki içerik ve yönetim servislerini ve uygulamaların bu servisler ile olan ara yüzünü tanımlar. IEEE 1609.2 güvenli mesaj formatını ve bu formatın nasıl değerlendirileceğini tanımlar. IEEE 1609.3 ağ ve taşıma katmanlarındaki servisleri tanımlar. Ayrıca IPv6'ya alternatif olarak WAVE kısa mesaj formatını da tanımlar. IEEE 1609.4 ise IEEE 802.11 üzerinden WAVE işlemlerinin gerçekleştirilmesi için gerekli eklentileri içerir.

Şekil 2'de gösterildiği gibi DSRC spektrumu her biri 10 Mhz genişliğine sahip 7 kanaldan meydana gelmektedir [8]. Kanal 178 güvenlik uygulamalarında kontrol kanalı (CCH) olarak kullanılmaktadır. 174, 176, 180 ve 182 kanalları güvenlik amaçlı olmayan iletimi sağlamak amacıyla servis kanalı (SCH) olarak kullanılmaktadır. Diğer kanallar gelecekte kullanılmak amacıyla tutulmaktadır [9]. CCH kanalı güvenlik ve kontrol bilgilerinin iletilmesi için kullanılırken, SCH kanalları çoklu ortam verilerinin iletilmesi için kullanılmaktadır. IEEE 802.11p'de her kanal için cihaz üzerinde çalışan uygulamanın türüne göre 4 farklı veri sınıfı bulunmaktadır. Bu veriler yüksek öncelikten düşük önceliğe doğru Voice (Vo), Video (VI), Best Effort (BE) ve Background (BK) olarak sıralanır.



Şekil 2. DSRC spektrum bantı

TABLO I. CCH KANALI İÇİN EDCA PARAMETRELERİ [10]

AC	Trafik tipi	CW_{min}	CW_{max}	AIFS _N
AC1	Background	$aCW_{min}=15$	$aCW_{max}=511$	9
AC0	Best effort	7	15	6
AC2	Video	3	7	3
AC3	Voice	3	7	2

TABLO II. SCH KANALI İÇİN EDCA PARAMETRELERİ [10]

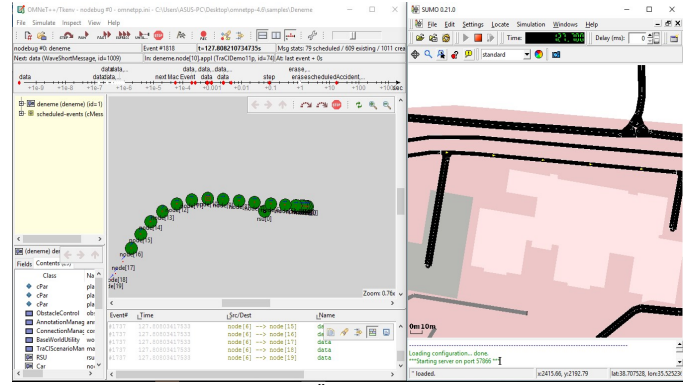
AC	Trafik tipi	CW_{min}	CW_{max}	AIFS _N
AC1	Background	$aCW_{min}=15$	$aCW_{max}=511$	7
AC0	Best effort	15	511	3
AC2	Video	7	15	2
AC3	Voice	3	7	2

IEEE 802.11p MAC katmanı IEEE 802.11e standardında tanımlanan EDCA (Enhanced Distributed Channel Access) mekanizması temeline dayanır [10]. IEEE 802.11p'de her kanal için cihaz üzerinde çalışan uygulamanın türüne göre farklı önceliklerde 4 adet veri sınıfı bulunmaktadır. Her veri

sınıfına ait EDCA parametreleri Tablo 1 ve Tablo 2'de verilmiştir [10].

III. OMNET++ VE SUMO BENZETİM PROGRAMLARI

Bu çalışmada Omnet++ 'ın Veins frameworkü ve SUMO trafik benzetim programı kullanılmıştır. OMNeT++ ayırık olaylara dayanan, nesneye yönelik modüler bir yapısı olan Linux, Mac OS/X ve Windows gibi farklı işletim sistemlerinde çalışması için geliştirilen bir ağ benzetim programıdır [11]. Birçok alanda kullanılan haberleşme ağlarının modellenmesi ve analiz edilmesini sağlar. C/C++ programlama dillerini kullanarak programcıya esnek bir tasarım yapabilme ortamı sağlar. OMNeT++ kullanıcıya sağladığı görsel arabirim desteği ile kolay hata yakalama ve değişkenlerin denetimi imkânı verir. Benzetim sonuçlarının kolay bir şekilde değerlendirilmesini sağlar. Gelişmiş bir benzetim kütüphanesine sahiptir. Ücretsiz bir yazılımdır. OMNeT++, topoloji ve davranış kavramları üzerine kurulmuştur. Topolojisi tanımlamaları NED (Network Description File) dili aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Topolojilerinin görsel tasarlanabilmesine imkân verir. OMNeT++ birçok framework'e sahiptir. Bunlardan Veins açık kaynak kodlu araçsal ağ benzetim frameworküdür ve IEEE 802.11p protokolünü destekler [12]. Veins, gerçekçi araçsal ağ benzetimi yapmak için kapsamlı bir paket modeli içerir. OMNeT++ ve SUMO [13] ağ benzetimi ve trafik benzetimi için birlikte kullanılabilir. Her iki program TCP socketi üzerinden birbirine bağlanarak paralel bir şekilde çalışır. Bu iletişim Traci protokolü olarak standartlaştırılmıştır. Bu trafik ve ağ benzetim ikisi birleştiğinde asıl benzetimi vermektedir. Benzetimde araçların hareketlerini SUMO, düğümlerin hareketlerini ise OMNeT++ yansıtır.



Şekil 3. Örnek Benzetim

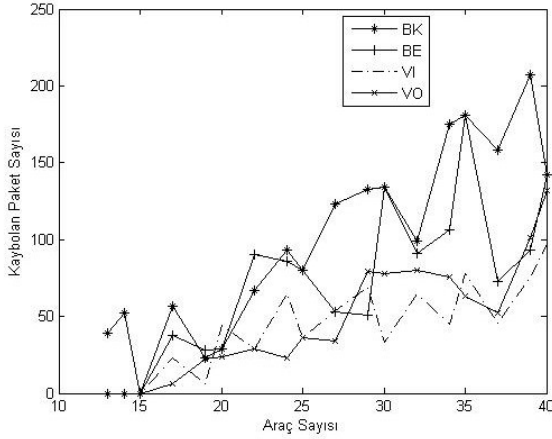
IV. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Benzetim çalışmasında senaryo olarak Erciyes Üniversitesi kampüsü belirlenmiştir. Bu nedenle ilk olarak OpenStreetMap vasıtası ile harita elde edilmiştir. Elde edilen bu harita, SUMO gereçlerini kullanarak benzetim için uygun hale getirilmiştir. Daha sonra araçların takip edeceği yol rotası belirlenip, benzetimde kullanılacak SUMO dosyaları hazırlanmıştır. Benzetim için SUMO programı ile ilgili bölümler tamamlandıktan sonra, Omnet++ programı için gerekli olan düzenlemelere başlanmıştır. Kullanılan bu iki program

arasındaki bağlantı TCP portu üzerinden gerçekleştirilmiştir. 20 araç kullanılarak gerçekleştirilen örnek benzetim çalışması Şekil 3'de gösterilmiştir. Senaryodaki araçlar, Erciyes Üniversitesi kampüsü duraklar bölgesinden hareket etmeye başlamaktadır. Daha sonra Mühendislik Fakültesi'nin önünden geçerek Yabancı Diller Y.O.'nda hareketlerine son vermektedirler. RSU ise Mühendislik Fakültesi üzerine konumlandırılmıştır.

Benzetimde IEEE 802.11p protokolünün CCH (kontrol) ve SCH (servis) kanal koordinasyonu standarda uygun şekilde gerçekleşmektedir. CCH ve SCH zaman aralıkları eşittir.

Farklı önceliklere sahip genel yayın (broadcast) paketlerinin iletilmesinde ağın performansı değerlendirmek için kaza senaryosu düşünülmüştür. Bu senaryoda en öndeki araç harekete başladıktan 115 saniye sonra Mühendislik Fakültesi önünde kaza geçirmektedir. Bu araç kaza durumunu bildirmek için genel yayın yapmaya başlamaktadır. Genel yayın paketini alan her araç diğer araçları uyarmak için bu yayına devam etmektedir. İletim kontrol kanalında gerçekleşmektedir. Veri iletim hızı 18 Mbps ve genel yayın paket boyutu 512 bit seçilmiştir. Farklı önceliklere sahip genel yayın paketlerinin yayınlanmasında araç sayısına göre paket kayıplarının değerlendirilme sonuçları Şekil 4'de verilmiştir. Şekildeki sonuçlar incelendiğinde düşük öncelikli BE ve BK (AC0 ve AC1) paketlerinin iletilmesinde veri kayıplarının daha fazla olduğu görülmektedir. Tablo 1'deki EDCA parametreleri gözönünde bulundurulursa, yüksek öncelikli VI ve VO (AC2 ve AC3) paketlerinin iletilmesinde ağın ele geçirilme süresi (MAC katmanında) çok daha kısadır. Şekilden de görüldüğü gibi yüksek öncelikli paketlerin iletilmesinde paket kayıpları daha az olmaktadır. Bununla birlikte ağda iletim yapmak isteyen kullanıcı sayısının artmasıyla ağın performansının düştüğü görülmektedir.

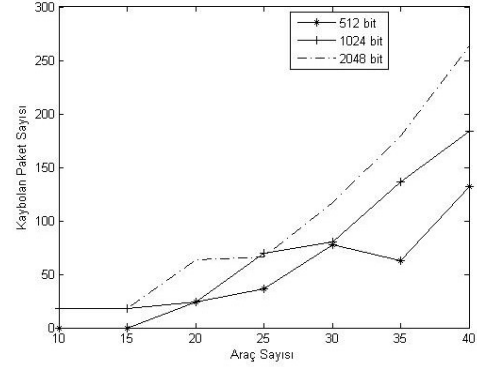


Şekil 4. Farklı önceliklere sahip genel yayın paket kayıplarının değerlendirilmesi

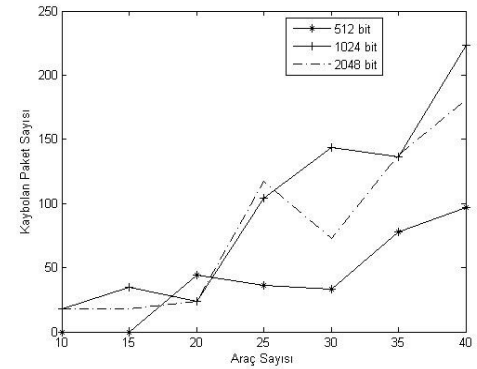
Genel yayın paket boyutu 512, 1024 ve 2048 bit için farklı önceliklere sahip paketlerinin yayınlanmasında ağın değerlendirme sonuçları Şekil 5 - Şekil 8 arasında verilmiştir. VO, BE ve BK genel yayın paketleri için paket boyutunun artması ile veri kayıplarının arttığı görülmektedir. 1024 bitlik

VI genel yayın paketlerinde ise ağ performansının daha düşük olduğu görülmektedir.

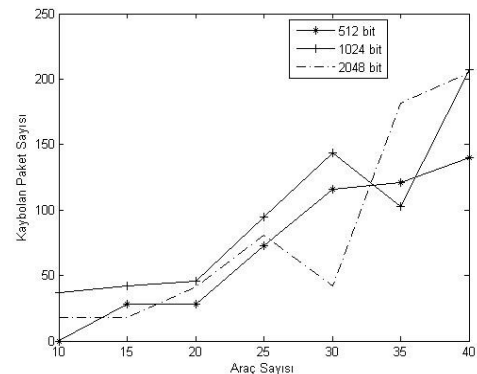
Veri iletim hızı 6 Mbps ve 18 Mbps için farklı önceliklere sahip 512 bit boyutlarındaki genel yayın paketlerinin yayınlanmasında araç sayısına göre paket kayıplarının değerlendirilme sonuçları Şekil 9 - Şekil 12 arasında verilmiştir. Yüksek veri iletim hızında ağın performansının arttığı şekillerden anlaşılmaktadır. Bununla birlikte kullanıcı sayısının artmasıyla ağın performansının düştüğü görülmektedir.



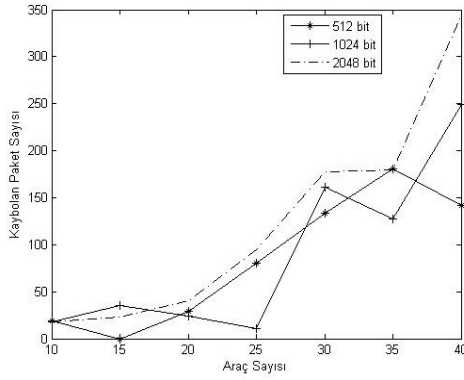
Şekil 5. Farklı paket boyutları için VO genel yayın paket kayıplarının değerlendirilmesi



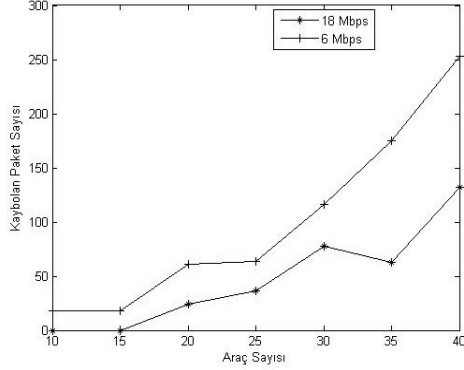
Şekil 6. Farklı paket boyutları için VI genel yayın paket kayıplarının değerlendirilmesi



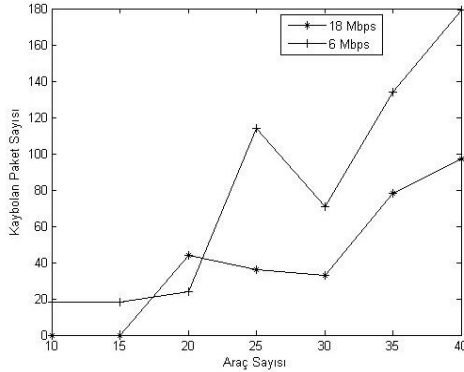
Şekil 7. Farklı paket boyutları için BE genel yayın paket kayıplarının değerlendirilmesi



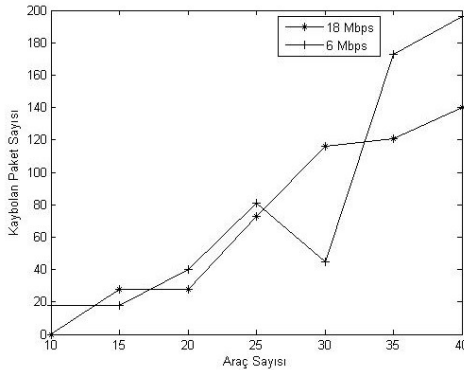
Şekil 8. Farklı paket boyutları için BK genel yayın paket kayıplarının değerlendirilmesi



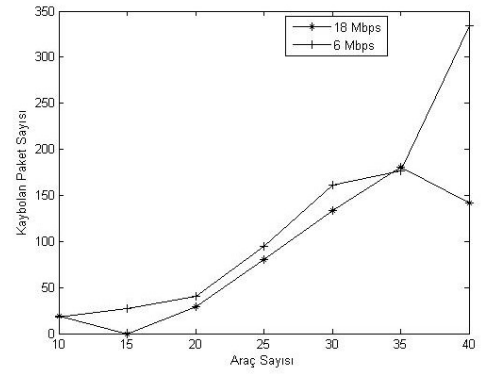
Şekil 9. Farklı veri iletim hızları için VO genel yayın paket kayıplarının değerlendirilmesi



Şekil 10. Farklı veri iletim hızları için VI genel yayın paket kayıplarının değerlendirilmesi



Şekil 11. Farklı veri iletim hızları için BE genel yayın paket kayıplarının değerlendirilmesi



Şekil 12. Farklı veri iletim hızları için BK genel yayın paket kayıplarının değerlendirilmesi

V. SONUÇLAR

Bu çalışmada farklı paket boyutları ve farklı veri iletim hızları için farklı önceliklere sahip genel yayın verilerinin iletilmesinde tasarsız araçsal ağın performansı değerlendirilmiştir. Omnet++ 'ın Veins frameworkü ve SUMO trafik benzetim programı kullanılarak Erciyes Üniversitesi kampüsünde genel yayın senaryosu oluşturulmuştur. Düşük öncelikli (AC0 ve AC1) paketlerinin iletilmesinde veri kayıplarının daha fazla olduğu görülmüştür. Paket boyutunun artması ile ağın performansının azaldığı gözlemlenmiştir.

Teşekkür: Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir. Proje numarası: 113E969 (1003).

KAYNAKLAR

- [1] IEEE 802.11p Ağları İçin Performans Değerlendirmesi – Ayhan RENKLİER Yüksek Lisans Tezi.
- [2] Kamini, K., Kumar, R., 2010. VANET Parameters and Applications: A Review , Global Journal of Computer Science and Technology, 10 (7) :72-77.
- [3] Yousefi, S., Bastani, S., Fathy, M., 2007. On the performance of safety message dissemination in vehicular ad hoc networks. In Universal Multiservice Networks, ECUMN'07 Fourth European Conference on (pp. 377-390).
- [4] IEEE 802.11p Amendment 6: Wireless Access in Vehicular Environments, 2010.
- [5] IEEE 1609.0/D0.7, Draft Standard for Wireless Access in Vehicular, Environments (WAVE) – Architecture, January 2009.
- [6] Uzcategui, R.A., Acosta-Marum, G., WAVE: A Tutorial, IEEE Communications Magazine, 47 (5), 126–133, (2009).
- [7] Amadeo, M., Campolo, C., Molinaro, A., Enhancing IEEE 802.11p/WAVE to provide infotainment applications in VANETs, Ad Hoc Networks, 10(2), 253-269, 2012.
- [8] FCC Report and Order 03-324: Amendment of the Commission's Rules Regarding Dedicated Short-Range Communication Services in the 5.850-5.925 GHz Band, December 17, 2003.
- [9] FCC Report and Order 06-110: Amendment of the Commission's Rules Regarding Dedicated Short-Range Communication Services in the 5.850-5.925 GHz Band, July 20, 2006.

- [10] IEEE 802.11e/D13.0, Draft Supplement to Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications: Medium Access Control (MAC) Quality of Service (QoS) Enhancements. January 2005.
- [11] OMNeT++ Community, <https://omnetpp.org>.
- [12] Veins, veins.car2x.org
- [13] Sumo, http://www.dlr.de/ts/en/desktopdefault.aspx/tabid-9883/16931_read-41000

Doğrusal Vektör Kuantizasyon Temelli Örüntü Tanıma Modelinin Bilgisayar Ortamına Aktarılması*

Transferring Linear Vector Quantization Based Pattern Recognition Model to Computer Environment

Şebnem Koltan Yılmaz

İİBF, İşletme Bölümü, Sayısal Yöntemler ABD
İnönü Üniversitesi
Malatya, Türkiye
sebnem.yilmaz@inonu.edu.tr

M. Mustafa Yücel

İİBF, İşletme Bölümü, Sayısal Yöntemler ABD
İnönü Üniversitesi
Malatya, Türkiye
mustafa.yucel@inonu.edu.tr

Özet—Üretim sürecinde, süreçteki değişkenlikleri ve kontrol dışı durumları tespit etmek için kontrol şemaları kullanılmaktadır. Bu şemalar üzerinde, normal, periyodik, artan ve azalan eğilim, yukarı ve aşağı kayma olmak üzere altı çeşit örüntü oluşmaktadır. Normal örüntü dışındaki bütün diğer örüntüler, sürecin doğru fonksiyon göstermediğini ve ayarlamalar gerektirdiğini göstermektedir. Bu çalışmada, kontrol şemalarında oluşan örüntüleri sınıflandırmak için Doğrusal Vektör Kuantizasyon (DVK) temelli sinir ağı modeli ile tasarlanmış Kontrol Şemaları Örüntü Tanıma (KŞÖT) sistemi geliştirilmiştir. Bununla birlikte, matematiksel sonuçların ortaya konduğu modeller pratik bir uygulama sağlayamamaktadır. Bu modellerin kolay yorumlanabilir hale getirilmesi önem arz etmektedir. Bu nedenle, geliştirilen model görsel programlama dili aracılığıyla bilgisayar ortamına aktarılmış ve kullanıcılar için kolay anlaşılabilir hale getirilmiştir. Bu kapsamda, bir beton işletmesinde yapılan uygulamada, beton kalitesinin belirleyici özelliği olan beton basınç dayanımı verileri kullanılmış ve program aracılığıyla analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre bu model; basınç dayanımı kontrol şemalarında görülen normal ve normal olmayan şekilleri tanıyabilmekte; kalite özelliklerinin önceden saptanan standartlara uygunluğunun sağlanmasını, değerler kabul edilme sınırları dışına taşığında düzeltici kararların alınmasını kolaylaştırmaktadır.

Anahtar sözcükler—Yapay sinir ağları, doğrusal vektör kuantizasyon, kontrol şemalarında örüntü tanıma, beton basınç dayanımı.

Abstract—Control charts are used to determine the variability of process and out of conditions in the manufacturing process. There are six types of pattern as normal, cyclic, increasing trend, decreasing trend, upward shift and downward shift on these charts. Except for normal patterns, all other patterns indicate that the process being monitored is not functioning correctly and requires adjustment. In this paper, Control Charts Pattern Recognition (CCPR) system designed with Linear Vector Quantization (LVQ) neural network model have been developed for classifying control chart patterns. However, mathematical results of models cannot provide practical application. It is important to make easy interpretable of these models. Therefore, the developed model are transferred to computing environment using a visual programming language, and it has been made easy understandable to users. In this context, there are an application

in a concrete firm and datas of compressive strength belonging to a concrete firm were used and analyzed. The results obtained by this model; it recognizes normal and abnormal patterns observed in the control charts. It facilitates the provision of quality features for the compressive strength according to conformity of the prescribed standards and the taking of corrective decisions when the values overflow the acceptance limits.

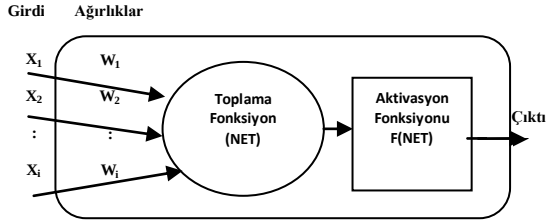
Index terms—Artificial neural networks, linear vector quantization, control charts pattern recognition, concrete compressive strength.

I. GİRİŞ

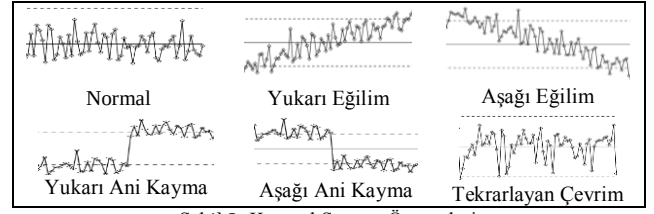
Yapay Zeka (YZ); makinelerin, insan zekasına özgü problem çözme, akıl yürütme, süreci anlama gibi görevleri gerçekleştirme ve deneyimlere göre düşünmeyi öğrenme yeteneği olarak tanımlanmaktadır [1]. YZ'nin temel hedefi, zekayı mümkün kılan ilkeleri anlamak ve bilgisayarları da kullanışlı hale getirmektir. Hedeflerinden birisi, bilgisayar bilimciler ve mühendisler için zor problemleri çözmede YZ'nin nasıl yardım edeceğini bilmek, diğer hedefi ise psikologlar, felsefeciler, dil bilimciler ve insan zekasını bilmek isteyen diğer insanlar için zekayı daha iyi anlamayı sağlamaktır [2].

Yapay Sinir Ağları (YSA) (Artificial Neural Networks (ANN)), çok değişkenli olup değişkenler arasında karmaşık, karşılıklı etkileşim olduğunda ya da çözüm kümesinin tek bir tane olmadığı durumlarda başarılı sonuçlar üreten bir YZ tekniğidir [3]. İnsan beyninden esinlenerek ortaya çıkarılan YSA, biyolojik sinir sistemlerini taklit eden örüntü tanıma sistemleridir ve deneme yolu ile öğrenmektedir [4,5]. Bu amaçla, beynin davranışlarını tam olarak modelleyebilmek için çeşitli yapay hücre ve ağ modelleri geliştirilmiştir. Beynin tüm fonksiyonları bilinmediği için belli oranlarda benzetim yapılarak karar verme algoritmaları geliştirilmiştir [6]. Şekil 1, bir yapay sinir hücresi modelini göstermektedir. Bu şekilde de görülebileceği gibi sinir girdileri bağlantılar üzerindeki ağırlıklar ile çarpılarak bir toplayıcıya uygulanmakta ve elde edilen toplam, sinirin aktivasyon fonksiyonundan geçirilerek çıkışlar hesaplanmaktadır [7].

* Bu çalışma, İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalında tamamlanan “Doğrusal Vektör Kuantizasyon Modeli Kullanılarak Yapay Sinir Ağlarıyla Kontrol Şemalarında Örüntü Tanıma: Hazır Beton Üreten Bir İşletmede Uygulama” adlı doktora tezinden üretilmiştir.



Şekil 1. Bir Yapay Sinir Ağı Hücresi



Şekil 2. Kontrol Şeması Örüntüleri

YSA ile genel olarak tahmin, sınıflandırma, veri ilişkilendirme, veri filtreleme, tanıma ve eşleştirme, teşhis, yorumlama fonksiyonlarını gerçekleştirmek mümkündür. Bu amaçlara yönelik mühendislik, mimarlık, ziraat, işletme, turizm, tıp, eczacılık, eğitim alanlarında binlerce uygulamanın yapıldığı ve başarılı sonuçlar alındığı görülmektedir [8].

Bilgi yönetiminin, yapay sinir-bilgi işlem ile birleşmesiyle YSA işletme zekasının da can alıcı bileşeni olmuş; finans, üretim, kalite, pazarlama, yönetim, insan kaynakları alanlarında yerini almıştır. Günümüzde işletmelerin karşılaştığı en önemli sorunlardan birisi kalite kontroldür. İstatistiki Süreç Kontrolü (İSK) yaklaşımı ile üretim hattında kalite problemleri oluşmadan önce hataların belirlenmesi ve önlemler alınması amaçlanmaktadır. İSK'yı uygulamada en önemli araçlardan birisi, süreçteki değişkenlikleri ortaya çıkarmak ve kontrol dışı durumları tespit etmek için kullanılan kontrol şemalarıdır. Bu değişkenlikleri, genel ve özel nedenlerin sonuçları oluşturmaktadır. Genel nedenler, süreçte her zaman karşılaşılan ve sürecin tamamını etkileyen kaynaklardaki değişimlerden; özel nedenler ise makine, personel ve malzemeden kaynaklanan aksaklıklardan oluşmaktadır. Bu nedenle, süreçteki anormal değişimleri hızlı ve etkin bir şekilde tanıma ürün kalitesinin sağlanmasında önemli olmaktadır [9].

Kontrol şemaları, şema üzerinde oluşan şeklin tanınmasıyla da önemli bir İSK aracıdır. Her şeyin normal olması durumunda şema üzerinde normal dağılıma uygun bir şekil görülmekteyken süreç kontrol dışına çıktığında ise kontrol şemaları üzerinde değişik şekiller oluşabilmektedir. Kontrol şemalarında doğal örüntüler kadar doğal olmayan örüntülerin analizi de önemlidir. Bu örüntüler süreç iyileştirme için değerli bilgiler sağlamaktadır [10]. Ölçülen kalite karakteristiğinin ortalama değerinde bir değişiklik olursa şekil de değişim göstermektedir. Örneğin, ortalamada bir yükselme söz konusu olduğunda şema üzerinde de yükselen bir eğilim görülmektedir. Sürecin kontrol dışına çıktığı bu durumlarda gerekli önlemlerin alınabilmesi için şeklin tanınması önemlidir ki her şeklin oluşması durumunda alınması gereken önlemler belirlidir. Otomatik olarak şekli tanıyan bir sistem ile önleyici tedbirleri operatöre bildirmek ve gerekenin yapılmasını istemek mümkün olabilmektedir. Bu nedenle şekillerin otomatik olarak tanınması üretim sektörü için önem arz etmektedir [11]. Literatürde en çok karşılaşılan kontrol şeması örüntüleri Şekil 2'de verilen normal, yukarı eğilim, aşağı eğilim, yukarı ani kayma, aşağı ani kayma, tekrarlayan (periyodik) çevrim gibi altı farklı örüntü tipinden biriyle gösterilmektedir [10-18]. Şekil 2 kontrol şemalarında gözlenen normal ve normal olmayan şekilleri (örüntüleri) göstermektedir.

Kontrol şemaları üzerinde oluşan şekillerin genel olarak aşırı salınımlardan kaynaklanan gürültüler içerdiği göz önünde bulundurulduğunda, örüntülerin geleneksel istatistik yöntemlerle sınıflandırılmasının daha zor olduğunu söylemek mümkündür. YSA, veriler arasındaki ilişkileri öğrenerek genelleme yapabilme ve daha önce hiç karşılaşmadığı problemlere çözüm bulabilme yetenekleriyle, kontrol şemalarında oluşan gürültüleri şeklin kendisinden ayırarak şekilleri sınıflandırmaya yardımcı olmaktadır. Literatür incelendiğinde YSA'nın kontrol şemalarında örüntü tanıma amacıyla uygulanabilirliğini gösteren çalışmalarda farklı modellerde YSA kullanıldığı gözlemlenmiştir. Bu çalışmalarda Çok Katmanlı Algılayıcılar (ÇKA) [13,17,19-25], Doğrusal Vektör Kuantizasyon (DVK) [12,26,27], Kendini Düzenleyen Harita Ağı (KDHA) [10], Olasılık Sinir Ağı (OSA) [18] ve Modüler YSA [28] modellerinin bu çalışmalarda kullanıldığı ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte, Sezgisel Teknikler [29], Genetik Algoritmalar [30], Karar Ağaçları [31] ve Bayes Sınıflandırıcı [32] YSA modelleriyle birlikte kullanılmasıyla karşılaştırmalı sonuçların ortaya konduğu çalışmalar bulunmaktadır. Bu modeller incelendiğinde; ÇKA temelli YSA modeller ön plana çıkmaktayken, DVK temelli ağlar ÇKA temelli ağlarla karşılaştırıldığında DVK ağının ÇKA'ya göre daha başarılı ve hızlı sonuç ürettiği anlaşılmaktadır. Ayrıca, örüntülerdeki minimum kayma, kayma miktarı, örnek büyüklüğü, kayma yüzdesi gibi parametrelerin YSA üzerinde etkisi olduğu ve eğitim parametreleri grubunun ve yapılandırmasının geliştirilebileceği yine bu çalışmaların sonuçlarında görülmektedir. Çalışmalardaki veriler incelendiğinde; kontrol şeması gözlem değerlerinden oluşan ham veriler [17,19,27] ve kontrol şemasından istatistik hesaplamalarla ortaya çıkarılan özellikli veriler [10,12] ya da iki yaklaşımın karşılaştırmalı [20,29,31-33] olarak kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmada, sınıflandırma problemlerinde hızlı ve etkili sonuçlar vermesi ve literatür incelendiğinde daha az çalışma olduğu gözlenmesi sebepleriyle DVK Modeli kullanılarak bir örüntü tanıma uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, hazır beton üreten bir işletmenin C30¹ basınç dayanımına sahip beton verileri YSA modelinin uygulanacağı veriler olarak belirlenmiş, sürece ilişkin kontrol şemalarında oluşabilecek doğal ve doğal olmayan örüntüleri sınıflandırması hedeflenen Kontrol Şemaları Örüntü Tanıma (KŞÖT) modeli oluşturulmuştur. Bu model; Şekil 2'de gösterilen altı (6) tip örüntüyü tanıyabilmektedir. Bu amaçla; süreç ortalaması, standart sapma, alt/üst kontrol sınırı, alt/üst

¹ TS EN 206-1'e göre beton basınç dayanımı, aksi belirtilmedikçe 28 günlük uygun küp ya da silindirik şekilli numunede tayin edilen değerdir. $f_{c,küp}$ ya da $f_{c,sil}$ şeklinde ifade edilmektedir ve C30 için bu değer $f_{c,küp}=37$ 'dir.

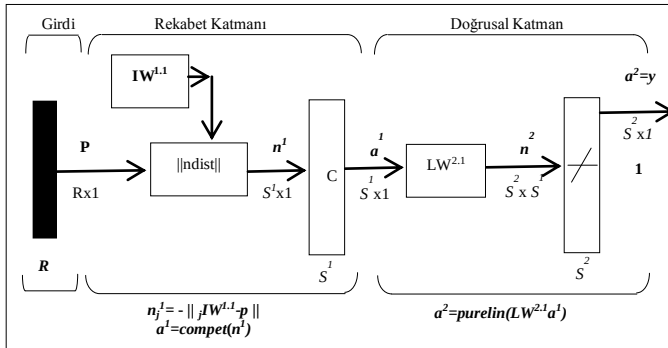
uyarı sınırı gibi kontrol şemalarına ait parametreler kullanılarak DVK temelli YSA modeli oluşturulmuştur. Beynin matematiksel modelinin ortaya çıkarılmasına dayanan YSA elde edilen sonuçlarıyla pratik bir uygulama sağlayamamaktadır. Bu nedenle, performansları ölçülerek en iyi sonucu verdiği belirlenen YSA modeli bir görsel programlama dili kullanılarak kodlara dönüştürülmüş ve derlenmiştir. Bu amaçla en başarılı olduğu ortaya konan örüntü tanıma modeline ilişkin ağırlık matrisi değerleri kullanılmış ve DVK algoritmasına göre program yazılmıştır. Bu program, KŞÖT uygulamasının görsel ifadesi olup modelin daha kolay yorumlanmasını sağlamakta ve YSA modelinin tanıdığı örüntü tipine göre sürecin kontrol altında olup olmadığını, süreç kontrol altında değilse bunun sebeplerini görüntülemektedir.

II. YÖNTEM

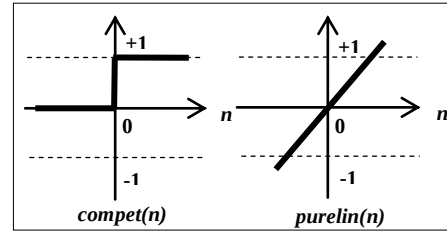
A. Ağ Modeli

Doğrusal Vektör Kuantizasyon (Linear Vector Quantization (LVQ)) modeli 1984 yılında Kohonen tarafından geliştirilmiştir ve n boyutlu bir vektörü bir vektörler setine uydurmak mantığına dayanmaktadır. İleri beslemeli YSA mimarisine sahip olan DVK ağı üç katmandan oluşmaktadır. Girdi katmanında, dış ortamdan gelen bilgiler ağa giriş yapmaktadır. Kohonen katmanı da denen ara katmanda, girdi setine en yakın olan ağırlık vektörü belirlenmekte ve her eleman bir referans vektörünü göstermektedir. Girdi vektörü, girdi katmanı ile Kohonen katmanı arasındaki ağırlıkların oluşturduğu referans vektörlerine uydurulmaktadır. Üçüncü katman olan çıktı katmanında ise girdinin ait olduğu sınıf belirlenmektedir [34]. DVK ağına mimari yapısı Şekil 3'te, $compet(n)$ ve $purelin(n^2)$ transfer fonksiyonları ise Şekil 4'te gösterilmektedir.

Şekil 3'e göre mimari yapı incelenirken, R girdi vektörlerinin eleman sayısını, P ise R boyutlu girdi matrisini ve S^1 , rekabet katmanındaki sinir sayısını ifade etmektedir. $IW^{1,1}$, girdi ve rekabet katmanı arasındaki ağırlık katsayısı matrisini; n^1 ($n^1 = -\|IW^{1,1} \cdot p\|$), rekabet katmanı girdi sinir sayısını; a^1 ($a^1 = compet(n^1)$), rekabet katmanı çıktı sinir sayısını göstermektedir. $LW^{2,1}$, rekabet katmanı ile doğrusal çıktı katmanı arasındaki ağırlık katsayısı matrisini; n^2 ($n^2 = LW^{2,1} \cdot a^1$), doğrusal çıktı katmanının girdisini; a^2 ($a^2 = purelin(n^2)$), doğrusal çıktı katmanının çıktı sayısını göstermektedir [35].



Şekil 3. DVK Ağına Mimari Yapısı



Şekil 4. DVK Ağı Transfer Fonksiyonları

DVK ağı, öğrenme kuralı olarak Kohonen öğrenme kuralını kullanmakta olup eğitim sürecinde girdilerin sınıflara ayrılması, en yakın komşu (nearest neighbour) kuralına göre gerçekleştirilmektedir. Girdi vektörü ile referans vektörleri arasındaki en kısa mesafe, *öklid (euclid)* uzaklık bağıntısı ile hesaplanmakta ve girdi vektörünün en kısa mesafede bulunan vektör grubuna ait olduğu varsayılmaktadır. Ağına ağırlıkları değiştirilerek de girdileri doğru sınıfa ayıracak referans vektörleri saptanmaktadır. Çıktı değerleri belirlenirken “kazanan her şeyi alır (winner takes all)” stratejisi uygulanmakta ve girdi vektörüne en yakın olan vektör, kazanan vektör olarak adlandırılmaktadır. Kazanan vektör doğru sınıfın üyesi ise ilgili ağırlıklar girdi vektörüne yaklaştırılmakta; yanlış sınıfın üyesi ise ağırlık vektörü girdi vektöründen uzaklaştırılmaktadır [36]. Denklem 1’de formülize edildiği üzere, girdi vektörü X , referans vektörü W ve mesafe d ile gösterilirse; i . işlem elemanının mesafesi aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır [12].

$$d_i = \|W_i - X\| = \sqrt{\sum_j (W_{ij} - x_{ij})^2} \quad (1)$$

Burada W_{ij} ve X_{ij} sırasıyla ağırlık vektörü ve girdi vektörünün j . değerlerini göstermektedir. Girdi vektörü ile referans vektörlerinin her birinin aralarındaki mesafe hesaplanarak hangi işlem elemanı referans vektörüne en yakınsa o yarışmayı kazanmaktadır. Ağırlıkların değiştirilmesi denklem 2’deki gibi formülize edilmektedir [12].

$$W_i = W_i(t) + \lambda \times h_i(t) \times [(X(t) - W_i(t))] \quad (2)$$

Bu formüle göre λ ($0 < \lambda < 1$) öğrenme katsayısıdır ve zaman içerisinde sıfır değerini alacak şekilde monoton olarak azaltılmaktadır. Bunun nedeni girdi vektörünün referans vektörüne çok yaklaştığında durması ve aksi yönde tekrar uzaklaşmaması içindir. Sınıflandırma doğru ise $h_i(t) = +1$ olmakta ve ağırlıklar girdi vektörüne yaklaştırılmakta; sınıflandırma yanlış ise $h_i(t) = -1$ olmakta ve ağırlıklar girdi vektöründen uzaklaştırılmaktadır [11,12].

DVK ağına eğitilmesinde amaç, her iterasyonda (yineleme sayısında) girdi vektörüne en yakın referans vektörünü bulmaktır. Referans vektörleri Kohonen katmanındaki işlem elemanlarını girdi katmanındaki işlem elemanlarına bağlayan ağırlık değerleridir. Öğrenme sırasında sadece referans vektörlerinin ağırlıkları değiştirilmektedir. Girdi katmanı ile çıktı katmanı arasındaki ağırlıklar (a) sabit ve bir (1) değerine sahiptir ki bunlar eğitim sırasında da değiştirilmemektedir. Kohonen katmanındaki her işlem elemanının çıktısı C^k ise, yarışa kazanan elemanın çıktı değeri 1, aksi durumda 0 değerini almaktadır. Kohonen katmanındaki bu elemanların çıktıları, denklem 3’de gösterildiği gibi, bu

işlem elemanlarını çıktı katmanına bağlayan ağırlık değerleri ($\alpha=1$) ile çarpılarak ağırlık çıktısı hesaplanmaktadır [11].

$$\zeta_i = \sum_j \zeta_j^k \alpha_{ki} \quad (3)$$

Bu durum, Kohonen katmanında yarışmayı kazanan işlem elemanına bağlı çıktı değerinin 1, diğerlerinin 0 olduğu anlamına gelmektedir.

B. Örüntü Tanıyıcı Tasarımı

Kontrol şemalarında kullanılacak geçmiş veriler, kontrol şemalarının yorumlanması, örüntü şekillerinin tanımlanması, uygun parametre özellikleri ve aralarındaki ilişkiler veri toplanmadan önce belirlenmekte, veriler örüntü şekillerine temel olacak şekilde toplanmaktadır. Uygulama bir endüstriyel kuruluştaki gerçekleştirildiğinden ilgili kuruluştaki Şekil 2'de gösterilen şekillere ait örnekler araştırılmıştır. Beton işletmesinin, TS EN 206-1²'de belirtilen ölçütlere uygun denetlenmiş verileri işletme tarafından kayıt altına alınmaktadır. İdeal olarak örüntüler için gözlem verileri gerçek üretim sürecinden alınmalıdır; ancak KŞÖT için eğitim ve test aşamalarında çok sayıda örüntü gerekmektedir. İşletmenin geçmişte doldurulmuş kontrol şemalarında yeterli oranda örnek bulunamadığından ve basınç dayanımı sonuçları için kontrol dışı olan her örüntüye uygun veriler bulunmadığından eksik örnekler benzetim yoluyla üretilmiştir. Bunun için her şekli üreten matematiksel fonksiyon belirlenmiştir.

YSA modeli için 930 örnekten oluşan örüntüler ikiye ayrılmıştır. Eğitim grubu her şekilden 130 örnek olmak üzere toplam 780 örnekten, test grubu ise her şekilden 25 örnek olmak üzere toplam 150 örnekten oluşmaktadır. Bu veriler, hem işletmeden alınan veriler hem de matematiksel fonksiyonlarla üretilen verilerin rastgele dağılımından oluşmaktadır. Örüntü tiplerine göre bu 6 şekli üreten formüller [11-13,17,18,23,32,37], formüllere ilişkin parametreler ve parametre değerleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Bu formüllerde, t ($=1, \dots, n$) bir örüntü için oluşturulan gözlem verisi sayısını, $y(t)$ t . basınç dayanımı değerini, μ beklenen ortalama basınç dayanımı değerini, $r(t)$ normal dağılıma uygun üretilmiş t . değeri, σ ise basınç dayanımı değerlerinin ortalamadan standart sapmalarını gösteren standart sapmadır. Formüllerdeki g parametresi oluşturulacak eğilimin hangi aralıklarla değişeceğini göstermektedir ve 0.2 ile 0.5 arasında değişen ve eğilimi olan değerlerdir. Formüllerdeki k katsayısı kayma pozisyonunu göstermekte ve kayma pozisyonundan önce 0, ondan sonra ise 1 değerini almaktadır. Formüllerdeki s parametresi kayma miktarını, α ise periyodik değişimlerin boyutunu göstermektedir.

Tablo 1. Kontrol Şeması Örüntüler ve Formülleri

Örüntü Tipi	Örüntü Formülü
Normal	$y(t) = \mu + r(t) * \sigma$
Artan Eğilim ve Azalan Eğilim	$y(t) = \mu + r(t) * \sigma \pm g * t$
Yukarı Ani Kayma ve Aşağı Ani Kayma	$y(t) = \mu + r(t) * \sigma \pm k * s$
Tekrarlayan Çevrim	$y(t) = \mu + r(t) * \sigma \pm \alpha * \sin(2\pi t/T)$

² Beton Üretimde Uygunluk Standartı: CEN (European Committee for Standardization) (Avrupa Standartlar Komitesi) tarafından kabul edilen EN 206-1 (2000) standartı esas alınarak TSE İnşaat Hazırlık Grubu'na hazırlanmış ve TSE Teknik Kurulu'nun 19 Nisan 2002 tarihli toplantısında Türk Standartı olarak kabul edilerek yayımına karar verilmiştir.

Çalışmada, özellikli veri yaklaşımına uygun geliştirilen DVK modeli için her bir örüntü kontrol şemasına ilişkin parametrelerden oluştuğundan süreç ortalaması, standart sapma, alt ve üst uyarı sınırı, alt ve üst kontrol sınırı olmak üzere girdi ünitelerinin sayısı 6'dır. Bu parametreler beton üretiminde basınç dayanımı standartlarına göre aşağıda belirtildiği gibi belirlenmiştir.

Beton işletmelerinde sürekli üretim TS EN 206-1'e göre, 12 aydan fazla olmayan sürede en az 35 deney sonucu elde edildikten sonraki üretimdir. Uygunluk değerlendirmesi, son 12 ayı geçmeyen değerlendirme süresi esnasında alınan deney sonuçları kullanılarak yapılmaktadır. Bununla birlikte, uygunluğu kontrol edilecek üretim süresinin hemen öncesinde, en az üç aylık sürede elde edilen en az 35 deney sonucundan standart sapma hesaplanmaktadır. Bu değer, tüm üretim için tahmini standart sapma (σ) olarak alınmaktadır [38].

Basınç dayanımı test sonuçları, normal dağılım eğilimi göstermektedir. TS EN 206-1 üretilen betonun gerçek basınç dayanımının öngörülenden daha düşük olma olasılığını %5 olarak öngördüğü için Hedef Basınç Dayanım (HBD), betonun belirtilen en az karakteristik dayanıma ulaşabilmesini sağlayabilmek için $f_{ck} + 1.64\sigma$ 'dan daha düşük olmamalıdır; ancak bu değer üstünde olabilmektedir [39]. HBD denklem 4'te gösterilmiştir.

$$HBD = f_{ck} + k * \sigma \quad (4)$$

Bu eşitlikte; HBD hedef basınç dayanımını, f_{ck} karakteristik basınç dayanımını, k istatistiksel sabit ve σ ise tahmini standart sapmayı göstermektedir.

Beton üretiminde, %5 kısıtlılığa göre Ortaya Çıkan Ortalama Kalite Sınırı (OOKS)³ başarıldığı zaman üretimin karakteristik dayanımı gerçekleştirdiği kabul edilmektedir. Kontrol şemalarında amaç, eğer üretim seviyesinin özel bir karakteristik değerden daha yüksek olup olmadığını değerlendirmekse uyarlanmış kontrol şemaları (Modified Shewhart Control Charts) kullanılabilir. Karakteristik dayanım için sınırlardan yüksek bir değer olması önemli değildir; ancak ekonomik üretim açısından önem arz etmektedir. Bu amaçla, denklem 4'te görüldüğü üzere n ölçümlü dayanım sonucu ortalamasının aşağıdaki değişkenlerle f_{ck} 'dan uzaklık olarak belirlenen L_l alt sınırından daha büyük olması kontrolünden meydana [39].

$$L_l \geq f_{ck} + (q_n * s) \quad (5)$$

Bu eşitlikte q_n , n ölçüm sayısına ve seçilen OOKS'ye bağlıdır, s parametresi ise üretimin güncellenmiş standart sapmasını ifade etmektedir. $n \geq 15$ ve $q_n \geq 1.48$ olduğu bu durumda kontrol şemaları OOKS'nin %5'i için bu gereklilikleri yerine getirmektedir. Bu ölçüt ayrıca, TS EN 206-1'deki ortalama basınç dayanımı uyumluluğunu da sağlamaktadır. Uyarı sınırı ise daha yüksek bir değere ayarlanmaktadır [39]. Bu nedenle, bu çalışmada YSA'da eğitilen verilere ilişkin kontrol sınırları Tablo 2'deki gibi belirlenmiştir:

³ Ortaya Çıkan Ortalama Kalite Sınırı (OOKS) (Average Outgoing Quality Limit (AOQL)), üretimdeki kabul olasılığına göre gereken karakteristik basınç dayanımının altındaki tüm sonuçların çarpımıyla hesaplanmaktadır.

Tablo 2. Basınç Dayanımı için Çalışmada Kullanılan Kontrol Sınırları

	Formül
MÇ (Merkez Çizgi) = HBD	37+1.64σ
ÜKS (Üst Kontrol Sınırı) ve AKS (Üst Kontrol Sınırı)	HBD+1.48σ ; HBD-1.48σ
ÜUS (Üst Uyarı Sınırı) ve AUS (Alt Uyarı Sınırı)	HBD+σ ; HBD-σ

Kontrol şemalarında çok küçük ya da çok büyük değerlerden kaynaklanan gürültülü veriler oluşmaktadır ve bu durum veri kontrolünün zorlaşmasına sebep olmaktadır. YSA, gürültülü verileri ayırmak için veri normalizasyonu gerektirmektedir. Bu nedenle uygulama örüntülerinde kullanılan veriler (0.1-0.9) aralığına normalize edilmiştir. Bu normalizasyon formülü aşağıdaki gibidir.

$$Z_t = \{0.8(y_t - y_{min}) / (y_{max} - y_{min}) + 0.1\} \quad (6)$$

Z_t normalize edilmiş veriyi, y_t girdi değerini, y_{max} girdi değeri içerisinde yer alan en büyük sayıyı, y_{min} girdi değeri içerisinde yer alan küçük sayıyı ifade etmektedir.

YSA'nın kontrol şeması üzerindeki 6 şekli tanıması istendiğinden bu şekilleri gösteren 6 çıktı ünitesi belirlenmiş, bilgisayar programı da ayrılan gruplara göre bu örüntü tiplerini tanımaktadır. Bunlar Tablo 1'de Normal (NOR), Artan Eğilim (ARTEGL), Azalan Eğilim (AZLEGL), Yukarı Kayma (YUKAY), Aşağı Kayma (ASKAY) ve Tekrarlayan Çevrim (TEC) olarak kodlanmıştır. Çıktı değerinin 1 olması girdinin ilgili çıktının temsil ettiği sınıfa ait olduğunu göstermektedir. Tablo 3, DVK modeli YSA ile oluşturulan KŞÖT modeline ilişkin hedef örüntü çıktıları göstermektedir.

Modelin girdi ve çıktıları belirlendikten sonra DVK ağı denemeleri yapılmıştır. Modeller kurulurken farklı öğrenme oranları, çıktı sınıf oranları, katman sayısı ve yineleme sayılarıyla yapılan denemelerle ağın performansına bağlı en uygun olan model seçilmiştir. En iyi performansa sahip YSA modelinin parametreleri Tablo 4'de gösterilmiştir.

Tablo 3. DVK Modeli Hedef Örüntü Çıktıları

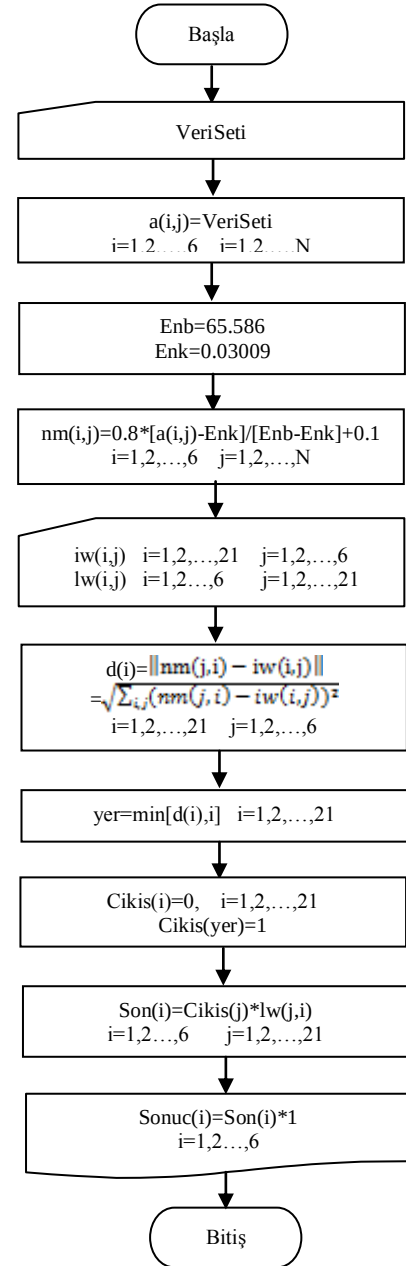
Örüntü Sınıfı	Örüntü Açıklaması	Çıktılar
1	NOR (Normal)	1 0 0 0 0 0
2	ARTEGL (Artan Eğilim)	0 1 0 0 0 0
3	AZLEGL (Azalan Eğilim)	0 0 1 0 0 0
4	YUKAY (Yukarı Ani Kayma)	0 0 0 1 0 0
5	ASKAY (Aşağı Ani Kayma)	0 0 0 0 1 0
6	TEC (Tekrarlayan Çevrim)	0 0 0 0 0 1

Tablo 4. YSA Modelinin Özellikleri

Özellikler	Değer
Girdi Sayısı	6
Çıktı Sayısı	6
Katman Sayısı	21
Yineleme Sayısı	21
Öğrenme Performansı	% 98.72
Test Performansı	% 96
iw (girdi ve rekabet katmanı arasındaki ağırlıklar)	0.11-0.85
lw (rekabet ve doğrusal katman arasındaki ağırlıklar)	0-1

C. YSA Modelinin Bilgisayar Ortamına Aktarılması

KŞÖT uygulamasının görsel olarak izlenmesini sağlamak için bir program, YSA modelinin matematiksel yapısının karmaşıklığını azaltmakta, modelin daha kolay yorumlanmasını ve işletme açısından uygulanabilir olmasını mümkün kılmaktadır. Bu amaçla, performansları ölçülerek en iyi sonucu verdiği belirlenen YSA modeli bir görsel programlama dili kullanılarak kodlara dönüştürülmüş ve derlenmiştir. Program, en iyi YSA'ya ait ağırlık matrisi değerleri kullanılarak ayrıntıları açıklanan DVK algoritmasına göre yazılmıştır. Bundan sonra; ağı daha önce hiç gösterilmemiş ve işletmenin 2013 yılı üretimindeki C30 beton basınç dayanım ortalaması verileri kullanılarak KŞÖT modelinin kullanılabilirliği denenmiş ve bu modele ilişkin görseller açıklanmıştır. Programın akış şeması Şekil 5'de verilmiştir.



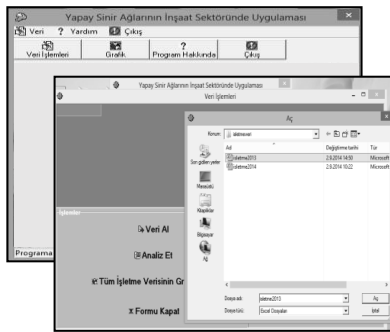
Şekil 5. KŞÖT Modeli Program Akış Şeması

III. SONUÇLAR

Hazırlanan görsel program, YSA tekniği ile kontrol şemalarında oluşan şekilleri tanıyarak sürecin izlenmesini sağlamak; sürecin kontrol altında olup olmadığını, eğer süreç kontrol altında değilse bunun sebeplerini görüntülemektedir.

KŞÖT modeline ilişkin görsel programın ana ekranı ve veri işlemleri penceresi Şekil 6'da görülmektedir. Bu şekle göre, işletmeye ait C30 basınç dayanımına sahip betonun 3 aydan az 12 aydan çok olmayan ortalama değerleri alınabilmekte ve veriler analiz edilebilmektedir. İşletmenin 2013 yılı C30 beton üretimine ilişkin basınç dayanım ortalamalarından oluşan verileri programla analiz edildiğinde, KŞÖT uygulaması gruplara göre sürecin kontrol altında olup olmadığına ilişkin farklı sonuçlar üretmiştir. Şekil 7 bu verilerin analiz sonuçlarını göstermektedir.

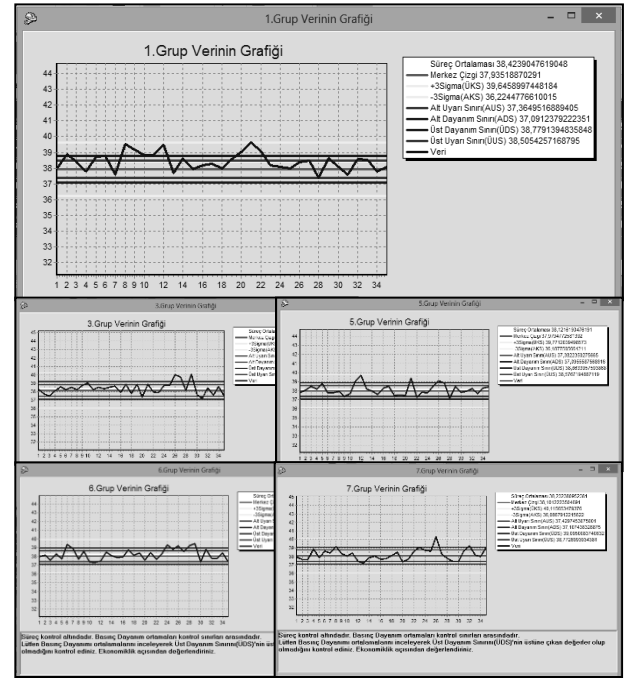
Şekil 7'ye göre; YSA modeli tasarım sürecinde girdi sayısı 6 olarak belirlendiğinden program da verileri her biri 35 basınç değerine ait 6 özellikten oluşan gruplara ayırmakta ve örüntü tiplerini tanımaktadır. Grupların kontrol şemalarında gözlenen örüntü tiplerine göre açıklaması ve isimlendirilmesi; sırasıyla, daha önce Tablo 3'te açıklanan DVK modelinin çıktı değerleri, grup numarası ve grubun içinde olduğu örüntü tipinin adı olmak üzere ifade edilmektedir. Buna göre, işletmenin 2013 yılı verileri analiz edildiğinde program, verileri 7 gruba ayırmış ve YSA bu grupları tanımlanan örüntü şekillerine göre sınıflandırmıştır. Bu sınıflandırmalara göre; 1, 3, 5, 6 ve 7 numaralı gruplarda sürecin kontrol altında olduğunu gösteren "normal" örüntüye uygun sonuç gözlenmekteyken; 2 ve 4 numaralı gruplarda sürecin kontrol dışına çıktığını gösteren "azalan" örüntüsüne uygun sonuç gözlemlenmiştir.



Şekil 6. KŞÖT Programı Ana Ekran ve Veri İşlemleri Penceresi

Veri İşlemleri					
1. Grup Veri	2. Grup Veri	3. Grup Veri	4. Grup Veri	5. Grup Veri	
Süreç Ortalaması	0,567157189152254	0,565615526214652	0,565572508337463	0,571863163176371	0,563452996749568
Standard Sapma	0,103380440853665	0,107126882277663	0,1048472898567	0,106796814091151	0,103631361282488
Alt Uyarı Sınırı(AUS)	0,55410863683963	0,554628627159084	0,555170819639212	0,557638515711521	0,554332626591205
Alt Dayanım Sınırı(ADS)	0,550826763500218	0,551439011000107	0,551074259214129	0,551706182218216	0,550879710788817
Üst Dayanım Sınırı(ÜDS)	0,571518215759306	0,583449043567133	0,576336382180762	0,588658906260263	0,572542687436586
Üst Uyarı Sınırı(ÜUS)	0,583156142413994	0,578258277408156	0,572239211396888	0,582666567766358	0,563029772235187
İşlemler: Veri AI, Normalizasyon, Sınıflandırma					
Özellikli veriyeye göre sınıflandırma: En Büyük Ortalama Değer: 65,586; En Küçük Ortalama Değer: 0,3009					
Grupların Kontrol Grafiklerine Göre Dağılım: 1. Grup Veri Normal-1, 2. Grup Veri Azalan-3, 3. Grup Veri Normal-1, 4. Grup Veri Azalan-3, 5. Grup Veri Normal-1, 6. Grup Veri Normal-1, 7. Grup Veri Normal-1					
Grupların Üzerine Çiz Tıklayarak Grafiklerini İnceleyebilirsiniz					
Formu Kapat					

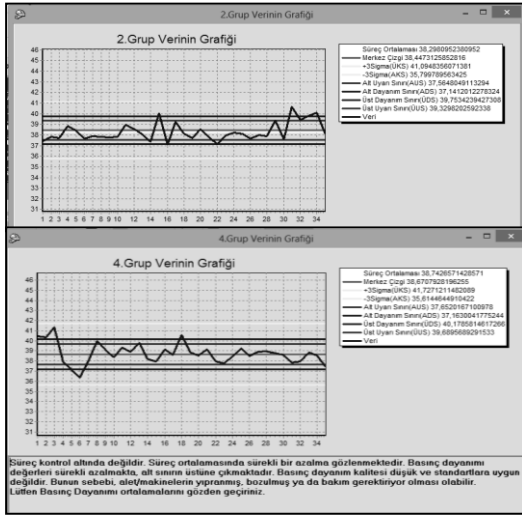
Şekil 7. İşletmenin 2013 Yılı Basınç Dayanım Verileri Analiz Sonuçları



Şekil 8. Verilere Göre 1., 3., 5., 6., 7. Gruplar Analizi

Grupların grafikleri Şekil 8 ve Şekil 9'da gösterilmiş ve açıklanmıştır. Bu şekiller incelenirken, grafiklerde yer alan Alt Dayanım Sınırı (ADS), Üst Dayanım Sınırı (ÜDS), Alt Uyarı Sınırı (AUS), Üst Uyarı Sınırı (ÜUS), Hedef Basınç Dayanımı (HBD) değerleri TS EN 206-1 kontrol ölçütlerine uygun sınırları ifade etmekteyken Alt Kontrol Sınırı (AKS), Üst Kontrol Sınırı (ÜKS) değerleri ise kontrol şemasına ilişkin $\pm 3\sigma$ değerlerini ifade etmektedir. Böylece; Örüntü tanıma modeli, YSA eğitim aşamasında basınç dayanım ortalaması gözlem değerlerine göre eğitilmesine karşın görsel programa eklenen bu değerlerle birlikte basınç dayanımı ortalaması değerlerinin sınırlarla ilişkisi de takip edilebilmektedir. Süreç ortalamasını gösteren çizgi ile de yine TS EN 206-1'a göre, süreç ortalamasının üretim sonucunda elde edilen değer HBD'nin altında ya da üstünde olup olmadığı da kontrol edilebilmektedir.

Şekil 8'ye göre 1., 3., 5., 6. ve 7. Grup verilerde sürecin kontrol altında olduğu ve YSA'nın "normal" örüntüye ilişkin şekli tanıdığı görülmektedir. Grafiklere göre; basınç dayanım ortalaması değerlerinin merkez çizgi etrafında normal dağıldığı, süreç ortalamasının merkez çizginin üzerinde olduğu, bir başka deyişle TS EN 206-1 ölçütlerine uygun olarak hedef basınç dayanımın sağlandığı ve kalite standartlarına uygun gerçekleştiği gözlemlenmektedir. Bu verilerin grafiklerinde alt dayanım sınırlarının altında bir değer olmadığı, bununla birlikte üst kontrol sınırları içinde olduğu halde üst dayanım sınırlarını aşan değerlerin ise bir üst sınıftaki beton basınç dayanımına ilişkin değer göz önünde bulundurularak ekonomik üretim açısından değerlendirilmesi gerekliliği ortaya konmuştur.



Şekil 9. Verilere Göre 2. ve 4. Grup Analizi

Şekil 9'de gösterilmekte olan 2. ve 4. Grup verilerin analiz sonuçlarına göre; bu grup verilerde sürecin kontrol altında olması uyarısı karşımıza çıkmaktadır.

2. Grup veriler için, süreç ortalamasında bir düşme olduğu ve bu değer merkezi çizginin altına indiği görülmektedir. Grafikte, TS EN 206-1 standartlarına göre kabul edilebilir olmasına karşın alt dayanım sınırında bulunan 2 değer olduğu (16. ve 22. değerler) ve ÜKS'nin dışına çıkan değerler bulunmadığı anlaşılmaktadır. Bu verilerin grafiğinde, tüm değerlerin kontrol sınırları içerisinde bulunduğu halde 20. değerden sonra ardışık 8 noktanın merkezi çizginin aynı tarafında olduğu, altında olduğu ve değerlerin düzenli azalmasının süreci bozduğu görülmekte ve YSA modeli bu örüntü tipini "azalan" örüntü tipi olarak tanımaktadır.

4. Grup veriler için grafik incelendiğinde süreç ortalamasında merkezi çizgiyle aynı sınıra düşmüş olduğu, kalite karakteristiğinin 3. değerden sonra ardışık olarak azaldığı ve alt sınırın da altına varan önemli bir düşme gösterdiği anlaşılmaktadır.

Normal olmayan bu örüntü tipi; kullanılan malzeme kalitesinin değiştirilmesi, alet ve makinelerin bozulmuş, yıpranmış ve bakım gerektiriyor olmasından kaynaklanabilmektedir. İşletmede deneyimlere ve uygulanan işlemlere göre bu sorunlar tanımlanarak gerekli bakımlar rutin olarak yapılmakta ve önlemler alınmaktadır. Bu sonuç, beton basınç dayanımı kalitesinin düşük olduğunu göstermemekte; rutin bakım işlemlerinin tanımlanmasında ve malzeme kalitesinin incelenmesinde yol gösterici olmaktadır.

IV. GENEL DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER

Süreç kontrolünün istatistik yöntemlerle ekonomik ve güvenilir biçimde gerçekleştirilmesinde kullanılan en yaygın araç, kontrol şemalarıdır. Sürecin görsel olarak izlenmesini sağlayan bu şemalar, grafiğe ilişkin parametrelerinin yanı sıra şema üzerinde oluşan şeklin tanınmasıyla da önemli bir İSK aracıdır. Bu şekiller, sürecin kontrol altında olması durumunda normal dağılıma uygun olarak görülmekteyken süreç kontrol dışına çıktığında farklı şekiller oluşabilmekte ve doğal

örüntüler kadar doğal olmayan örüntülerin analizi de süreç iyileştirme için değerli bilgiler sağlamaktadır.

YSA, insan beyninin çalışma ilkelerinin bilgisayarlar üzerinde taklit edilmesi fikri ile ortaya çıkmış, gerçek insan beynini oluşturan biyolojik hücrelere benzer biçimde çalışan karmaşık sistemlerdir. Kendisine sunulan veriler arasında bağlantılar kurarak problemi öğrenmekte, sonuçları depolamakta ve bunları benzer problemlerin çözümü için kullanıma hazırlamaktadır. YSA, bu amaçla eğitilirken elde bulunan örnekler iki ayrı gruba ayrılmaktadır. Her ağ, önce eğitim grubu ile eğitilmekte, ağı bütün örnekler doğru cevaplar vermeye başlamasıyla eğitim işinin tamamlandığı kabul edilmektedir. Bundan sonra, ağı daha önce hiç görmediği test grubundaki örnekler ağı gösterilerek ağı verdiği cevaplar incelenmektedir. Eğer ağ hiç görmediği örnekler kabul edilebilir bir doğrulukta cevap veriyorsa, ağı performansı iyi kabul edilmekte ve ağ kullanıma alınmaktadır.

YSA, bir eğitim aşaması süresince tipik örnek örüntüler aracılığıyla örüntüleri tanımayı öğrenebilmektedir. Özellikle gözlemlenen süreç verilerinin herhangi bir istatistiksel dağılıma ihtiyaç duymaması ve gürültülü (normal olmayan) verilerin işlenebilmesi nedeniyle YSA başarılı sonuçlar vermektedir. YSA modellerinden biri olan DVK Modeli, sınıflandırma problemlerinde hızlı ve etkili sonuçlar vermekte; bu özelliği nedeniyle örüntü tanımda etkili bir yöntem olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, sürece ilişkin kontrol şemalarında oluşabilecek doğal ve doğal olmayan örüntüleri sınıflandırması hedeflenen DVK temelli YSA ile bir KŞÖT modeli oluşturulmuştur. Bu model; normal, artan eğilim, azalan eğilim, yukarı kayma, aşağı kayma ve tekrarlayan çevrim şeklindeki altı (6) örüntüyü tanıyabilmektedir. Bu amaçla, en iyi performansı veren DVK Modeli belirlendikten sonra görsel bir programlama dili kullanılarak DVK ağına algoritmasına göre modelin programı yazılmıştır. Daha sonra ağı daha önce hiç görmediği, hazır beton üreten bir işletmenin sürekli üretiminden elde edilen 2013 yılı C30 basınç dayanımına sahip beton verileri kullanılarak YSA'lı KŞÖT görsel programının kullanılabilirliği denenmiştir. Veriler analiz edildiğinde gruplara göre sürecin kontrol altında olup olmadığına ilişkin farklı sonuçlar üretmiştir. Program, verileri 7 gruba ayırmış ve YSA bu grupları tanımlanan örüntü şekillerine göre sınıflandırmıştır. Bu sınıflandırmalara göre "normal" ve "azalan" örüntülerine uygun sonuç gözlemlenmiştir. Bu uygulama ile işletme açısından beklenen yararlar şöyle sıralanmaktadır:

YSA modeliyle oluşturulan bir KŞÖT sistemi kalite odaklı günümüz koşullarında işletmelere rekabet avantajı sağlayacaktır. Uygun teknolojik donanımlar sağlandığında, basınç değerlerinin otomatik sistemler aracılığıyla okunarak doğrudan KŞÖT modeline aktarılabilmesi ve kalite problemlerinin bildirilmesi, işletmelere zaman tasarrufu sağlayacak, önceden önlem alınmasını kolaylaştırarak işletme verimliliğini arttıracak ve uzun vadede işletme maliyetlerini de düşürecektir.

Kontrol şemalarındaki örüntüler izlenerek standartlara uygun ve aynı zamanda uygun sınırlar içerisindeki basınç

dayanımını sağlamak mümkün olmaktadır. Standardizasyona uyan bir beton işletmesinin pazara sunacağı ürünlerde belirli özelliklerin bulunması ve üreteceği ürünün en son hizmetini düşünerek tespit edilmiş standartlardan ayrılmaması gerekmektedir. Kontrol şemalarındaki örüntüler TS EN 206-1'e uygun olarak gerçekleştirildiğinden bu sistemle üretimin yasal mevzuata uygunluğunun kontrolü de sağlanmakta ve tespit edilmiş standart özelliklere ilişkin değerler sürekli denetim altında bulunmaktadır. Böylece, üretici ve tüketici kuruluşlar arasındaki güvenilirliğin artırılması da mümkün olmaktadır.

Bundan sonraki çalışmalarda; farklı sektörlerdeki işletmelerin üretim süreçlerinde değişimlere yol açan faktörlerin izlenmesi amacıyla ilgili kalite karakteristiğine ilişkin KŞÖT uygulamaları yapılabileceği düşünülmektedir. DVK ağının farklı özellikteki modelleri göz önünde bulundurularak ya da farklı YZ teknikleriyle iyileştirilmiş YSA uygulamalarının geliştirilebileceği görülmektedir.

KAYNAKÇA

- [1] M. De Matas, Q. Shao ve R. Shukia, "Artificial intelligence: the key to process understanding", *Pharmaceutical Technology Europe*, C. 19, S. 1, 2007, ss. 44-49.
- [2] P. H. Winston, *Artificial intelligence*, United States of America: Addison Wesley Publishing Company, 2nd Printing, 1977.
- [3] Y. K. Benli, "Bankalarda mali başarısızlığın öngörülmesi Lojistik Regresyon ve yapay sinir ağı karşılaştırması", *Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi*, S. 16, 2005, ss. 31-46.
- [4] Ö. Asilkan ve S. Irmak, "İkinci el otomobillerin gelecekteki fiyatlarının yapay sinir ağları ile tahmin edilmesi", *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, C. 14, S. 2, 2009, ss. 375-391.
- [5] H. Kim, C. T. Haas ve A. F. Rauch, "Intelligent systems in manufacturing: current developments and future prospects", *Erişim Tarihi: 15.11.2012*, <http://fire.nist.gov/bfrlpubs/build02/PDF/b02106.pdf>
- [6] H. Arıç, "Bulanık kümelemeli yapay sinir ağları ile biyometrik tanıma", *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2011.
- [7] Ö. Efe ve O. Kaynak, *Yapay sinir ağları ve uygulamaları*, İstanbul: Boğaziçi Üniversitesi Yayınları, No:696, 2000.
- [8] Ş. Yılmaz, "Doğrusal Vektör Kuantizasyon modeli kullanılarak yapay sinir ağlarıyla kontrol şemalarında örüntü tanıma: hazır beton üreten bir işletmede uygulama", *Yayımlanmamış Doktora Tezi*, İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Malatya, 2014.
- [9] Ş. K. Yılmaz ve M. Yücel, "Kontrol şemalarında örüntü tanıma modelinin bilgisayar ortamına aktarılması: beton basınç dayanımı örneği", 15. Üretim Araştırmaları Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 14-16 Ekim 2015, İzmir, ss.417-426.
- [10] H. P. Cheng ve C. S. Cheng, "Control chart pattern recognition using Wavelet Analysis and neural networks", *Journal of Quality*, C. 16, S. 5, 2009, ss. 311-320.
- [11] E. Öztemel, *Yapay sinir ağları*, İstanbul: Papatya Yayıncılık, 3.Basım. 2012.
- [12] S. K. Gauri, "Control chart pattern recognition using feature-based Learning Vector Quantization", *Int J Adv Manuf Technology*, C. 48, 2010, ss. 1061-1073.
- [13] N.V.N. I. Kiran, M.P. Devi ve G.V. Lakshmi "Effective control chart pattern recognition using artificial neural networks", *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*, C. 10, S. 3, 2010, ss. 194-199.
- [14] J. A. V. Lopez, S. G. Acevedo, I. L. Juarez, A. J. R. Lira "An approach for control chart pattern recognition using the Fuzzy ARTMAP artificial neural networks with improved efficiency", *1st LACCEI International Symposium on Software Architecture and Patterns*, July 23-27, 2012, Panama City.
- [15] D. Nosciovicova, "Complex control chart interpretation", *International Journal of Engineering Business Management*, C. 3, S. 13, 2013, ss. 1-7.
- [16] M. O. Olgun, "Kalite kontrol grafiklerinde örüntü tanıma", *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 2011.
- [17] Ş. Sağiroğlu, E. Beşdok ve M. Erler, "Control chart pattern recognition using artificial neural networks", *Turk J Elec Engin*, C. 8, S. 2, 2000, ss. 137-147.
- [18] S. Wu, "Intelligence statistical control in Cellular manufacturing based on Wavelet Transform and Probabilistic Neural Network", *Journal Of Computational Information Systems*, C. 6, s. 10, 2010, ss. 3463-3470.
- [19] T. Stützel, "A neural network approach to quality control charts", *Proceedings of the International Workshop on Artificial Neural Networks*, Torremolinos. (in J. Mira and F. Sandoval (Eds.), *Lecture Notes in Computer Science* C. 930, Springer Verlag, 1995, ss. 1135-1141).
- [20] A. Hassan, M. Shariff, N. Baksh, A. M. Shaharoun ve H. Jamaluddin, "Improved SPC chart pattern recognition using statistical features", *Int. J. Prod. Res.*, C. 41, S. 7, 2003, ss. 1587-1603.
- [21] R. S. Guh, "Simultaneous process mean and variance monitoring using artificial neural networks", *Computers & Industrial Engineering*, C. 58, 2010, ss. 739-753.
- [22] R. S. Guh ve J. D. T. Tannock, "A neural network approach to characterize pattern parameters in process control charts", *Journal of Intelligent Manufacturing*, C. 10, 1999, ss. 449-462.
- [23] İ. Masood ve A. Hassan, "Application of full factorial experiment in designing an ANN-based control chart pattern recognizer", *Proceedings of the International Graduate on Engineering and Science*, December 23-24, 2008), Johor Bahru.
- [24] S. T. A. Niaki ve B. Abbasi, "Detection and classification mean-shifts in multi-attribute processes by artificial neural networks", *International Journal of Production Research*, C. 46, S. 11, 2008, ss. 2945-2963.
- [25] M. B. Perry, J. K. Spoorre ve T. Velasco, "Control chart pattern recognition using Back Propagation artificial neural networks", *Int. J. Prod. Res.*, C. 39, S. 15, 2001, ss. 3399- 3418.
- [26] R. S. Guh ve Y. R. Shiue, "Effective pattern recognition of control charts using a dynamically trained Learning Vector Quantization network", *Journal of The Chinese Institute of Industrial Engineers*, C. 25, S. 1, 2008, ss. 73-89.
- [27] D. T. Pham ve E. Oztemel, "Control chart pattern recognition using combinations of Multi-Layer Perceptrons and Learning-Vector-Quantization neural networks", *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part I: Journal of Systems and Control Engineering*, S. 207, 1993, ss. 113-118.
- [28] C. S. Cheng, "A neural network approach for the analysis of control chart patterns", *Int. J. Prod. Res.*, C. 35, S. 3, 1997, ss. 667-697.

- [29] D. T. Pham ve M. A. Wani, "Feature-based control chart pattern recognition", *International Journal of Production Research*, C. 35, S. 7, 1997, ss. 1875-1890.
- [30] R. S. Guh, "Optimizing Feedforward neural networks for control chart pattern recognition through Genetic Algorithms", *International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, C. 18, S. 2, 2004, ss. 75-99.
- [31] S. K. Gauri ve S. Chakraborty, "Feature-based recognition of control chart patterns: a generalized approach", *Quality Technology & Quantitative Management*, C. 5, S. 3, 2008, ss. 203-220.
- [32] M. O. Olgun, ve G. Özdemir, "İstatistiksel özellik temelli Bayes sınıflandırıcı kullanarak kontrol grafiklerinde örüntü tanıma", *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*, C. 27, S. 2, 2012, ss.303-311.
- [33] J. Y. Halim, "System design and behavior of pattern recognition of control chart using neural network", *Jurnal Teknik Industri*, C. 5, S. 1, 2003, ss. 22-31.
- [34] N. Baş, "Yapay sinir ağları yaklaşımı ve bir uygulama", *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2006.
- [35] H. He, C. Sun ve X. Zhang, "A Method for identification of driving patterns in hybrid electric vehicles based on a LVQ neural network", *Energies*, C. 5, 2012, ss. 3363-3380.
- [36] V. Akpolat, "Osteoporoz riskinin yapay sinir ağları yöntemi ile saptanması", *Dicle Tıp Dergisi*, C. 36, S. 2, 2009, ss. 91-97.
- [37] J. H. Yang ve M. S. Yang, "A control chart pattern recognition system using a Statistical Correlation Coefficient Method", *Computers & Industrial Engineering*, C. 48, 2005, ss. 205-221.
- [38] TS EN 206-1, Beton imalatı uygunluk standardı, Erişim Tarihi: 02.12.2013, <http://www.fitozoglu.com/dokumanlar/ts-en-206.pdf>
- [39] I. Gibb, ve T. Harrison, "Use of control charts in the production of concrete", *European Ready Mixed Concrete Organization Publications*, MPA/BRMCA-ERMCO, 2010.

Değişik Kümeleme Algoritmalarıyla Eğitilmiş Radyal Tabanlı Yapay Sinir Ağlarıyla Saldırı Tespiti

Intrusion Detection with Radial Basis Neural Network Trained with Different Clustering Algorithm

Oğuz Kaynar

Management Information System
Cumhuriyet University
Sivas, Turkey
Okaynar@cumhuriyet.edu.tr

Yasin Görmez

Management Information System
Cumhuriyet University
Sivas, Turkey
yasingormez@cumhuriyet.edu.tr

Yunus Emre Işık

Management Information System
Cumhuriyet University
Sivas, Turkey
yeisik@cumhuriyet.edu.tr

Ferhan Demirkoparan

Management Information System
Cumhuriyet University
Sivas, Turkey
fdemirkoparan@cumhuriyet.edu.tr

Özet —Günümüzde internet, hayatımızın hemen her alanında kendine yer edinmiş bir araçtır. İnternet uygulamalarının ve kullanıcılarının her geçen gün artması ile birlikte bilgi güvenliği konusu da sıkça ihtiyaç duyulan ve güncel bir konu haline gelmiştir. Geçmişten günümüze güvenlik duvarları, parolalar, şifreleme vb. birçok savunma metodu ile sistemlerin güvenliği korunmaya çalışılmıştır. Bu doğrultuda kullanılan yöntemlerden birisi de Saldırı Tespit Sistemleridir. Klasik istatistiksel yöntemler, veri madenciliği teknikleri ve yapay sinir ağları gibi çok sayıda kullanım sahası bulunan Saldırı Tespit sistemleri ile ağda meydana gelen anormalliklerin saptanması ve gelebilecek muhtemel sorunların çözülmesi amaçlanmıştır.

Saldırı tespitinde daha çok MLP ağları kullanıldığı radyal tabanlı ağların ise daha az tercih edildiği görülmektedir. Genel olarak radyal tabanlı ağlarda gizli katmandaki nöron sayısı veri setindeki örnek sayısına eşit alınmaktadır. Bu durum büyük veri setlerinde boyut problemi ve ağırların aşırı eğitim sorununu beraberinde getirmektedir. Bu çalışmada bahsedilen problemleri ortadan kaldırmak üzere gizli katmanda daha az sayıda nörona sahip RBF ağları kullanılmıştır. Gizli katmanda yer alan nöronlara ait merkez vektörlerinin belirlenmesi amacıyla k-ortalamlar, bulanık c-ortalamlar ve SOM ağları gibi kümeleme yöntemleri önerilmiş ve elde edilen RBF ağlarının saldırı tespitinde kullanımı araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler—Saldırı Tespit Sistemleri, Radyal tabanlı sinir ağları, k-means, bulanık c-means, SOM ağları.

Abstract – Today, internet is a tool that takes place in almost every area of our lives. With increasing of internet applications and number of users each passing day, information security becomes a needed and topical issue. From past to present it has tried to protect the security with many defence methods like firewalls, passwords, encryption etc. One of the methods used in this context is Intrusion Detection Systems. It is aimed to detect the anomalies in network and solve the potential problems with

Intrusion Detection Systems which have many field use such as classical statistical methods, data mining techniques and artificial neural networks.

It has seen that the more MLP networks are used in intrusion detection and radial basis networks are less preferred. Generally, the number of neurons in hidden layer of radial basis network is taken equal to the number of samples in the dataset. This situation raises the problem of size and overfitting in large datasets. In this study, RBF networks with fewer neurons in hidden layer is used to eliminate the mentioned problems. Clustering methods like k-means, fuzzy c-means and SOM are proposed to determine the central vectors of neurons in hidden layer and the use of obtained RBF networks in intrusion detection is examined.

Index Terms—Intrusion Detection Systems, Radial Basis Networks, k-means, fuzzy c-means, SOM networks.

I. GİRİŞ

Son yıllarda bilişim alanındaki gelişmelerle birlikte internet ve bilgisayar tabanlı teknolojiler hayatımızın en önemli parçalarından birisi haline gelmiştir. Finans, sağlık, eğitim, güvenlik-savunma, eğlence ve medya gibi çoğu sektörde yaygın olarak kullanılan internet uygulamaları sayesinde interneti kullanan kişilerin sayısı da hızla artmaktadır. İnternetin artan bu kullanıcı sayısı ve popülerliği bilgisayar ve ağ tabanlı teknolojilerin en önemli konularından birisi olan veri ve bilgi güvenliğini de beraberinde getirmiştir. Bilgi ve verinin güvenliği, bilginin yetkisiz kullanımından, açığa çıkarılmasından, ortadan kaldırılmasından, amaca ve isteğe uygun bir şekilde zarar verilmesi veya değiştirilmesinden korunma sürecidir.

Hızla gelişen bilgi teknolojileri ile ağ üzerindeki bilinçli veya bilinçsiz saldırıların sayısında bir artış meydana gelmiş, bilginin saklanabilmesi ve korunabilmesi içinse çok sayıda yöntem kullanılmıştır. Başta güvenlik duvarı olmak üzere anti-virüs programları, kimlik doğrulaması, yetki verme ve saldırı tespit sistemleri gibi yazılımsal araçlar bu amaç doğrultusunda tasarlanmıştır. Güvenlik duvarlarının, sistemleri tek başına yeterli derecede koruyamadığı durumlarda, daha iyi bir koruma sağlayabilmek için güvenlik duvarlarının açıklarını kapatan, onları sürekli izleyen ve tamamlayan Saldırı Tespit Sistemleri gerçekleştirilmiştir. Saldırı tespiti, bilgisayarlarda ve ağ üzerinde gerçekleşen olayları gözleyerek, bilginin bütünlüğünü, gizliliğini ve ulaşılabilirliğini riske eden durumların analiz edilme işlemidir. Saldırı Tespit Sistemleri (STS) ise sistemlere karşı yapılan atakları saptamak için tasarlanmış, genellikle gerçek zamanlı, saldırıları durdurmak için karşı girişimde bulunmayan, anormallik tespit ettiği durumlarda güvenlik uzmanlarına alarm veren yazılımsal araçlardır.

STS saldırıları en genel şekliyle ikiye ayırır: imza tabanlı STS ve anormallik tabanlı STS. İmza tabanlı STS'de daha önceden tanımlanan saldırı tipleri veri tabanında saklanır ve gelen (paketleri) veri tabanından karşılaştırarak saldırı olup olmadığını sınıflandır. Anormallik tabanlı STS'de ise normal olan verinin tanımı yapılarak devamında gelen örneğin bu tanım yardımıyla saldırı veya normal olarak sınıflaması yapılır.

Bu iki yöntem arasındaki temel fark, ilk kez meydana gelen saldırılara karşı verdikleri cevaplardır. İmza temelli yalnızca önceden tanımlanan saldırıları tespit edebilirken, anormallik tabanlı ise yeni olan, ilk defa oluşan saldırıları tespit edebilirler. Anormallik tabanlı metotlar daha kullanışlı görünmelerine rağmen yanlış alarm (False Alarm) oranı, imza temelli metotlara kıyasla çok daha yüksek olduğu için sektörde imza temelli yöntemler tercih edilir.

Yeni oluşan atakları tespit edebilme özelliklerinden anormallik tabanlı metotlar akademik hayatta sıkça üzerinde çalışılan konulardan biri haline gelmiştir. Bu tip çalışmalarda kullanılacak uygun veri setleri bulmak veya üretmek maliyet ve zaman açısından son derece sıkıntılı bir durumdur. DARPA 1998 ve 1999 yıllarında STS'nin performansını ölçmek için hazırladıkları ve ardından belirli ön işlemlerden geçirerek özel bir hale getirdikleri KDDCup99 veri seti günümüze kadar güncelliğini korumuş ve hala araştırmacılar nezdinde en çok tercih edilen veri tabanıdır.

Günümüze kadar saldırı tespit sistemlerine uygulanan çok sayıda makine öğrenmesi yöntemi vardır. Makine öğrenmesi yöntemlerini denetimli ve denetimsiz olmak üzere iki başlık altında toplamak mümkündür. Denetimli makine öğrenmesi yöntemlerini denetimsiz yöntemlerden ayıran en önemli özellik eğitim esnasında sınıf etiketlerinin kullanılıyor olmasıdır. Bu nedenle denetimli makine öğrenmesi yöntemleri ile sınıflama yapılırken denetimsiz makine öğrenmesi yöntemleri ile kümeleme yapılmaktadır. Bu yöntemlerin her birine ait modelleri yalnız kullanmak mümkün olduğu gibi birleştirerek kullanmak da mümkündür.

Denetimli makine öğrenmesi yöntemlerinden olan Yapay Sinir Ağlarının bir türeği olan Çok Katmanlı Algılayıcı (MLP)

ile birçok model geliştirilmiş ve saldırı tespit sistemlerinde başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

Sazlı ve Tanrıku (2007) çalışmalarında MLP kullanarak "Neptune" ve "the ping of death" saldırı tiplerini tespit etmeye çalışmışlardır. Bu kapsamda DARPA veri seti kullanılarak bir sinir ağı modeli eğitilmiş ve en yüksek başarı oranını veren nöron sayıları üç katmanlı bir yapıda her bir katman için sırası ile 10-20-1 olarak tespit edilmiştir [1]. Sağiroğlu ve arkadaşları (2010) yaptıkları çalışmada MLP yöntemini KDDcup99 veri seti ile eğiterek başarı oranını ve öğrenme hızını analiz etmişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda 65536 test verisi 22 saniye olarak hesaplanmış ve her bir veri için sonuç üretme süresi 0.00048 sn olarak ölçülmüştür. Başarı oranının ise en düşük %81,93 en yüksek %97,92 olduğu gözlemlenmiştir [2]. Yıldız (2010) tez çalışmasında yine bu yöntemi kullanarak DoS saldırılarından biri olan Brute Force saldırısını tespit eden uygulama tasarlamıştır [3].

Yapay sinir ağlarından türetilmiş denetimsiz makine öğrenmesi yöntemi olan SOM (Self Organizing Map) girdi ve çıktı katmanlı olmak üzere iki katman kullanarak kümeleme işlemi yapmaktadır. Bu yöntemde ilk olarak karşılaştırmalı öğrenme ile sistem eğitilir ve ardından haritalama işlemi yapılır. DEPREN ve arkadaşları (2014) çalışmalarında normal olarak adlandırılan bağlantılar için bir matematik modeli oluşturarak dışarıdan gelen diğer bağlantıların da bu modelden sapmalar gösterip göstermediğini incelemişlerdir. Bu anormallik tespiti için SOM ağırları ile bir model geliştirerek modeli KDDCup99 veri setinin %10'luk kısmı ile eğitmişlerdir [4]. Jun Liu ve diğerleri (2016) SOM ağırlarını kullanarak anormallik tespitini 88% ile 98% arasında değişiklik gösteren başarı oranı ile yapmışlardır [5]. Başka bir çalışmada ise Shaky ve diğerleri (2016) SOM ağırlarını geri yayımlı öğrenme algoritması ile karşılaştırmış ve SOM ağırlarının çok daha iyi olduğunu gözlemlemişlerdir [6].

Destek Vektör Makineleri uzay düzleminde verilerin nasıl ayrılacağına karar veren bir makine öğrenmesi yöntemidir. Düzlemde lineer olarak ayrılabilen verileri sınıflamak kolaydır ancak veri seti karmaşıklığı arttıkça sınıflama zor olacağı için başarı oranı da düşmektedir. SVM lineer olarak ayrılmayan veri setleri üzerinde kernel fonksiyonlar kullanarak daha yüksek boyutlu bir uzaya taşıyabilmektedir. Mukkamala vd. (2002) SVM kullanarak gerçek zamanlı çalışan bir model tasarlayarak bu modeli YSA ile karşılaştırmışlardır. İki modelin başarı oranı birbirine çok yakın olsa da çalışma zamanı düşünüldüğünde SVM'nin çok daha başarılı olduğu görülmüştür [7].

Diğer bir yapay sinir ağı türeği olan Radyal tabanlı fonksiyonların da lineer olmayan veri setleri üzerinde başarılı sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Hoffman ve diğerleri (2003) Radyal tabanlı fonksiyon yöntemi ile çeşitli seçme algoritmalarını birleştirerek hibrit bir model geliştirerek toplam doğrulukta %85 oranında başarı elde etmişlerdir [8]. Zhang ve arkadaşları (2009) ise Radyal tabanlı fonksiyon ile ağ üzerindeki saldırıları tespit etmeye çalışmış ve %83 test başarı oranı sağlamışlardır [9].

Özgür ve Erdem (2012) makine öğrenme yöntemlerinin saldırı tespiti alanında etkinliğini araştırmak için karar ağaçları,

MLP (Çok Katman Algılayıcı), destek vektör makineleri ve AdaBoost yöntemlerini test etmişlerdir. KDD99 veri seti kullanılarak yapılan bu çalışmadaki yöntemler WEKA kullanılarak karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda kullandıkları bu yöntemlerle %90'ın üzerinde başarı sağlamışlardır [10].

Kaya ve Yıldız (2014) ise çalışmalarında saldırı tespitinde çokça kullanılan makine öğrenme tekniklerini araştırmış, kullandıkları sınıflandırıcıları, veri setlerini ve elde edilen başarıları değerlendirmişlerdir. 2007-2013 yılları arasında yayınlanmış ulusal ve uluslararası 65 makaleyi inceleyip sonuçlarını karşılaştırmalı olarak vermişlerdir. Çalışmaya göre makalelerde çoklukla kullanılan makine öğrenme yöntemleri karar ağaçları, destek vektör makineleri, Bayes sınıflama ve yapay sinir ağları olup en sık kullanılan yöntemin yapay sinir ağları, en sık kullanılan veri setinin de KDDCup99 olduğu görülmüştür [11].

Radyal tabanlı yapay sinir ağlarında ağın performansını etkileyen en önemli unsurlardan birisi gizli katmanda kullanılacak nöron sayısı ve bu nöronlarda kullanılan merkez vektörlerin nasıl belirleneceği problemidir. Genel olarak RBF ağlarında gizli katmanda kullanılan nöron sayısı veri setindeki örnek sayısına eşittir ve bu RBF modeli gerçek (exact) RBF model olarak adlandırılır. Bu model için her bir örnek veri seti aynı zamanda gizli katmanda kullanılan nöronlar için merkez vektör olarak kullanılır. Bu durumun iki sakıncası vardır. Bunlardan ilki, veri setinin büyük olması durumunda hesap karmaşası yaratacak olan boyut probleminden kaynaklanan artan eğitim süresidir. Diğeri ise ağdaki verilerin gürültülü olması durumunda ortaya çıkmaktadır. Ağ bu durumda gürültülü verileri de öğreneceğinden eğitim verisi için sıfır hata ile öğrenme gerçekleşirken test verisi için sistemin performansı aynı oranda iyi olmayacaktır.

Hem hesap karmaşasını azaltmak ve hem de ağın aşırı öğrenmesinden kaynaklanan ezberleme sorununu gidermek için gizli katmandaki nöron sayısı giriş veri setindeki örnek sayısından daha küçük seçilir. Bu durumda merkez vektörler giriş vektörlerinden rastgele seçilerek ya da çeşitli kümeleme algoritmaları yardımıyla belirlenir.

Bu amaçla çalışmamızda k-ortalamalar, bulanık c-ortalamalar ve SOM ağları gibi kümeleme yöntemleri kullanılarak Radyal tabanlı sinir ağlarının gizli katmanında yer alan nöronların merkez vektörleri belirlenmiştir. Kümeleme algoritmaları yardımıyla merkez vektörleri belirlenen RBF ağları, saldırı tespitinin sınıflandırılması için önerilmiştir. Çalışmanın sonraki bölümlerinde yapay sinir ağları modellerinden radyal tabanlı fonksiyonlar ve som ağları ile birlikte k-ortalamalar ve bulanık c-ortalamalar kümeleme yöntemleri tanıtılmış, elde edilen RBF sınıflayıcılar KddCup99 veri setine uygulanarak sonuçlar karşılaştırılmıştır.

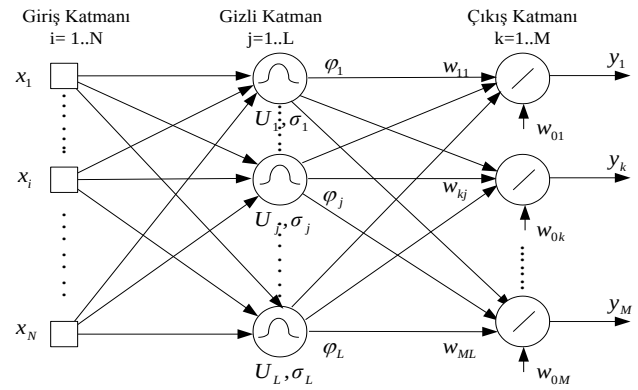
II. YAPAY SİNİR AĞLARI

Yapay sinir ağları, insan beyninin çalışma ve düşünebilme yeteneğinden yola çıkılarak oluşturulmuş, dışarıdan gelen girdilere dinamik olarak yanıt oluşturma yoluyla bilgi işleyen, birbirleriyle bağlantılı basit elemanlardan oluşan ve çok sayıdaki basit elemanın gerçek dünyanın nesneleriyle biyolojik

sinir sisteminin benzeri yolla etkileşim kurduğu hiyerarşik bir organizasyondur. Tanımda da belirtildiği üzere insan beyninin çalışma şeklini taklit eden YSA veriden öğrenebilme, genelleme yapabilme ve sınırsız sayıda değişkenle çalışabilme gibi birçok önemli özelliğe sahiptir. YSA'nın çalışmasına temel teşkil eden en küçük birimler yapay sinir ağı hücresi ya da işlem elemanı olarak adlandırılır. Yapay sinir ağı, Şekil 1'de gösterilen bir dizi sinir hücresinin ileri beslemeli ve geri beslemeli bağlantı şekilleri ile birbirine bağlanmasından oluşur. Günümüzde saldırı tespiti için kullanılmış çok sayıda makine öğrenmesi tekniği (MLP, SVM, RBF, SOM vb.) vardır.

A. Radyal Tabanlı Fonksiyon Ağları

RBF ağları bir giriş katmanı, ağa ismini veren radyal fonksiyonların kullanıldığı tek bir gizli katman ve çıkış katmanı olmak üzere 3 katmanlı bir yapıdan oluşmaktadır (Şekil 1). RBF ağının çalışma prensibi, giriş verisine bağlı olarak gizli katmanda uygun genişlik ve merkez değerlerine sahip RBF'leri belirleyerek, çıkış katmanında bu fonksiyonların ürettiği çıktılarının uygun ağırlık değerleriyle doğrusal birleşimlerini oluşturup giriş-çıkış arasındaki ilişkiyi belirleme sürecidir.



Şekil 1. RBF Sinir Ağı Yapısı

MLP'den farklı olarak giriş katmanındaki veriler ağırlık değerleri ile çarpılmadan direkt gizli katmana iletilirler. Gizli katmanda yer alan Radyal fonksiyonların merkezlerini gösteren U_j referans vektörleri ile giriş vektörü arasındaki uzaklık değerine bağlı olarak gizli katman çıkışında eşitlik 1'de gösterildiği şekliyle bir değer üretilir.

$$\phi_j = e^{-\left[\frac{\|X_i - U_j\|^2}{\sigma_j^2}\right]} \quad (1)$$

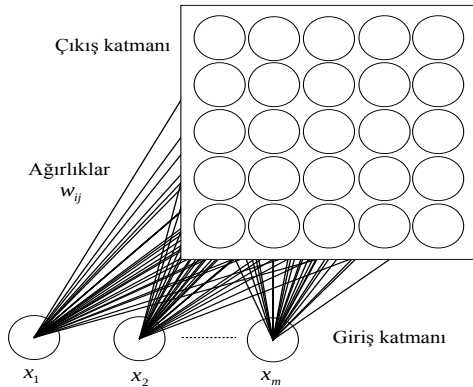
Eşitlikte gösterilen X_i değeri o an ağa sunulan girdi vektörünü, U_j referans vektörünü, $\|\cdot\|$ uzaklık fonksiyonunu, σ_j ise Gaussian fonksiyonun genişlik değerini göstermektedir. Gizli katman çıkışında elde edilen ϕ_j değerleri daha sonra w_{kj} ağırlık değerleri ile çarpılıp toplanarak eşitlik 2'de verildiği gibi ağın çıkışı hesaplanır.

$$y_k = \sum_{j=1}^L \varphi_j w_{kj} + w_{k0} \quad (2)$$

RBF ağlarının eğitimi, gizli katmanda yer alan radyal fonksiyona ait merkez vektörü (U_j) ile genişlik değerinin (σ_j) ve gizli katman ile çıkış katmanı arasında yer alan ağırlık (w_{kj}) parametrelerinin belirlenmesi sürecidir.

B. Kendinden Düzenlemeli Yapay Sinir Ağları (SOM)

İlk olarak Teuvo Kohonen tarafından ortaya atılan SOM ağları, çok boyutlu verilerin çıkış uzayında tek ya da iki boyutlu haritalarla görselleştirilmesini sağlayan, topolojik korumalı, rekabetçi ve denetimsiz (öğreticisiz) öğrenme statüsünde bulunan bir yapay sinir ağı modelidir[4]. Şekil 2'de görüleceği üzere SOM ağları Kohonen katmanı olarak da bilinen bir çıkış katmanı ile verilerin ağıya sunulduğu bir giriş katmanından oluşmaktadır. Çıkış katmanında yer alan her bir nöron girişteki nöronlara referans vektörleri (code-book) olarak adlandırılan ağırlık vektörleriyle bağlıdır. Bu vektörler ağıya sunulan giriş vektörüyle aynı boyuta sahiptir. Ağına giriş katmanındaki nöron sayısı giriş vektörü tarafından belirlenirken, çıkışında yer alan nöronların sayısı ise isteğe bağlı olarak belirlenir. Çıkış katmanındaki bu nöronların farklı şekiller ve boyutlardaki dizilimlerinden farklı topolojilere sahip haritalar oluşturulur. Doğrusal, dikdörtgen, altıgen ve kübik yapıda olabilen bu dizilimlerden en çok kullanılanı dikdörtgen yapıdaki haritalardır. Nöronların farklı dizilimleri sadece topolojik komşuluğu etkiler ve bu nöronlar arasında giriş nöronlarına olan bağlantı gibi herhangi bir fiziksel bağlantı yoktur. Topolojik komşuluk sadece ağı eğitimi sırasında yarışmayı kazanan referans vektörle birlikte komşu vektörlerin de ağırlıklarının değiştirilmesinde etkilidir.



Şekil 2: SOM ağı

Som ağlarının eğitiminde kullanılan öğrenme algoritması danışmansızdır. Danışmansız öğrenme algoritmalarında ağı giriş ile çıkış arasındaki ilişkiyi öğrenebilmesi için danışmalı öğrenme algoritmalarında olduğu gibi önceden ağıya sunulan giriş-çıkış vektör çiftlerine ihtiyacı yoktur. Ağı eğitimi için sadece giriş vektörleri yeterlidir. Ağı öğrenmesi, çıkış nöronlarına ait referans vektörlerinin giriş vektörüne olan uzaklıklarına bağlı olarak yarışması esasına dayanır. Yarışmayı kazanan nöronla birlikte komşu nöronların da ağırlık değerleri

değiştirilerek, ağırlık vektörlerinin girişteki verilerin oluşturduğu küme merkezlerine doğru hareketi sağlanır ve eğitim sonunda kümeleri temsil edecek referans vektörleri elde edilir. Sadece kazanan nöronun değil bu nörona komşu diğer nöronların da kazananla birlikte ağırlıklarının değiştirilmesi sonucunda birbirine benzer desenlerin uzaysal kümelenmesi sağlanmaktadır. Böylece n boyutlu bir giriş uzayında birbirine benzer kümeler, 2 boyutlu çıkış uzayında birbirlerine komşu olmaktadır.

SOM ağlarının eğitim süreci yarışmacı, işbirlikçi ve adaptasyon süreçlerinden oluşur. Yarışmacı süreçte ilk olarak l tane çıkış nöronuna ait ağırlık vektörleri (w_j) rastgele değerler atanarak oluşturulur (eşitlik 3).

$$w_j = [w_{j1} \ w_{j2} \ \dots \ w_{jm}] \quad j=1,2,\dots,l \quad (3)$$

Ardından ağı giriş (X) vektörlerinden herhangi biri rastgele seçilerek sunulur (eşitlik 4).

$$x = [x_1 \ x_2 \ \dots \ x_m] \quad (4)$$

Sonrasında her bir nörona ait referans vektörü ile giriş vektörü arasındaki uzaklık değerleri (d_j) hesaplanarak karşılaştırılır (eşitlik 5). En küçük uzaklığa sahip nöron yarışmayı kazanan nöronudur ve bu nöron en iyi uyan birim (Best matching Unit, BMU) olarak da adlandırılır[12].

$$d_j = \|X - W_j\| = \sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - w_{ij})^2} \quad (5)$$

İşbirlikçi süreçte sadece kazanan nöronun ağırlıkları değil aynı zamanda kazanan nörona topolojik olarak komşu olan nöronların da ağırlıkları güncellenir. Giriş vektörüne yaklaşacak şekilde ağırlıkları değiştirilen bu nöronların bir sonraki adımda kazanma olasılıkları daha da artırılmış olur. Yeni ağırlık değerleri eşitlik 6 yardımıyla hesaplanır.

$$W_j(t+1) = W_j(t) + \eta(t)h_{j,i}(t)(X - W_j(t)) \quad (6)$$

Eşitlikte $W_j(t+1)$ bir sonraki adımdaki ağırlık vektörünü, $W_j(t)$ şu anki ağırlık vektörünü, X giriş vektörünü, $\eta(t)$ zamanla değişen öğrenme oranını, $h_{j,i}(t)$ hem zamana hem de kazanan nöronla komşu nöronlar arasındaki uzaklığa bağlı olarak değişen topolojik komşuluk fonksiyonunu göstermektedir. Ağırlığı değiştirilecek birimlerin kimler olacağı topolojik komşulukla ilgilidir. Topolojik fonksiyon sadece topolojik komşuların kimler olacağını belirlemekle kalmaz aynı zamanda bu komşu nöronların kazanan birime olan uzaklıklarına bağlı olarak öğrenme oranı üzerindeki etkisini de belirler. Topolojik komşuluk belirlenirken komşuluk yarıçapından faydalanılır. Kazanan nörona olan uzaklıkları komşuluk yarıçapı içerisinde kalan nöronlar topolojik komşuluk içerisinde dirler. Komşuluk yarıçapını gösteren eşitlik 7'deki fonksiyon zamanla azalan bir yapıya sahiptir. Eşitlikte σ_0 başlangıç yarıçapını, λ_1 zaman sabitini, t ise o anki çevrimi göstermektedir.

$$\sigma(t) = \sigma_0 \exp\left(-\frac{t}{\lambda_1}\right) t = 0,1,2,\dots, \quad (7)$$

Eğitim sürecinde kazanan nöron etrafındaki nöronların sayısı zamanla azaltılarak eğitim sonuna doğru yalnızca kazanan nöron kalacak şekilde ağırlıkların değiştirilmesi sağlanır. Böylelikle eğitimin başında çıkış uzayının geniş bir bölümünün etkileşime uğrayarak daha büyük kümelerin oluşması sağlanırken eğitim sonuna doğru çok daha küçük boyutlu ayrışmaların oluşması gerçekleştirilir [13].

III. K-ORTALAMALAR KÜMELEME YÖNTEMİ

1967 yılında J.B. MacQueen tarafından geliştirilen ve en çok bilinen kümeleme algoritmalarından biri olan k-means kümeleme yöntemi n adet nesneden oluşan veri setinin; $k \leq n$ olacak şekilde, giriş parametresi olarak verilen, küme benzerliği yüksek, kümeler arası benzerliği düşük olan k adet kümeye bölünmesi mantığına dayanır. Küme benzerliği, bir kümedeki nesnelerin ortalaması olan küme merkezi ile diğer nesneler arasındaki uzaklığa göre hesaplanır [14]. K-ortalamlar algoritmasında ilk olarak her biri bir küme merkezini ifade edecek şekilde rastgele k adet vektör seçilir. 2. adımda kümelenecek veriler en yakın küme merkezine atanır. 3. adımda mevcut küme üyelikleri kullanılarak küme merkezleri yeniden hesaplanır. Son adımda ise eğer yakınsama kriteri sağlanmadıysa 2. adıma geri dönlür. Tipik yakınsama kriterleri hiçbir nesnenin bir kümeden diğerine yer değiştirmemesi veya hata kriterinde önemli bir azalmanın olmamasıdır [15].

Her biri d boyutlu olmak üzere $x_1, x_2, \dots, x_N$ şeklinde N adet vektör verilsin ve bu vektörler $C_1, C_2, \dots, C_K$ biçiminde K kümeye ayrılsın. O zaman $\sum_{i=1}^k n_i = N$ olmak üzere her bir kümedeki eleman sayısı n_i ile gösterilirse herhangi bir C_i kümesinin merkez vektörü μ_i , eşitlik 8'de verildiği şekilde hesaplanır.

$$\mu_i = \frac{1}{n_i} \sum_{x_j \in C_i} x_j \quad (8)$$

Burada x_j değeri C_i kümesine ait olan j . vektördür. K-ortalamlar kümeleme yönteminin değerlendirilmesinde en çok karesel hata kriteri SSE kullanılır. En düşük hata kareleri toplamı (SSE) değerine sahip kümeleme en iyi sonucu verir [16]. C_i kümesi için hata-kare her bir C_i örneği ile onun merkezi arasındaki Öklid uzaklıkları toplamıdır. Bu hataya "küme içi değişme" adı da verilir. K adet küme için toplam hata kareleri değeri eşitlik 9 yardımıyla hesaplanır.

$$SSE = \sum_{i=1}^k \sum_{x_j \in C_i} \|x_j - \mu_i\|^2 \quad (9)$$

Burada algoritmaya kullanıcı tarafından verilen k parametresi ile N tane veriden oluşan veri seti k adet kümeye bölünerek karesel-hata fonksiyonunu azaltacak k parça belirlenmeye çalışılır [15]. Bu yüzden kare-hatanın bir önceki çevrime göre azalması beklenir.

K-ortalamlar yöntemi büyük veri setlerini işlemede oldukça etkili ve ölçeklendirilebilir yapıdadır. Kümeler birbirinden ayrılmış yoğun bulutlar şeklinde ise iyi sonuç verir [14]. K-ortalamlar yönteminde k küme sayısının ve başlangıç bölümlemesinin belirlenmesi için herhangi etkin ve evrensel bir metodun olmaması bir dezavantaj olarak söylenebilir. K-ortalamlar algoritması gürültüye karşı oldukça duyarlıdır ve aşırı uç değerlerden etkilenir. Az sayıda olsalar bile bu uç değerler küme ortalama değerlerini büyük oranda etkiler [14].

IV. BULANIK C-ORTALAMALAR KÜMELEME YÖNTEMİ

Bulanık c-ortalamlar (FCM) algoritması, bulanık bölünmeli kümeleme tekniklerinden biridir. Bulanık c-ortalamlar metodu nesnelerin iki veya daha fazla kümeye ait olabilmesine olanak tanır[16]. Bulanık mantığın doğası gereği her veri, kümelerin her birine $[0,1]$ arasında değişen birer üyelik değeri alır. Bir verinin tüm sınıflara olan üyelik değerleri toplamı "1" olmalıdır. Nesnenin hangi değeri 1'e daha yakın ise nesne o kümeye ait olacaktır.

Bulanık c-ortalamlar algoritmasının en temel niteliği olan üyelik matrisinin kümeleme üzerinde pozitif etkileri vardır. Üyelik dereceleri düşük olduğundan sıra dışı verilerin etkisi azdır. Esnek bir yapıya sahiptir. Örtüşen kümeleri bulma kabiliyeti diğer bölünmeli algoritmalarla göre daha fazladır.

Yukarıda bahsedilen avantajlarla birlikte bulanık c-ortalamlar algoritmasının bazı dezavantajları da vardır. Üyelik fonksiyonu işlemsel karmaşıklığı arttırdığından zaman açısından maliyetli bir bölünmeli kümeleme algoritmasıdır.

Bulanık c-ortalamlar algoritması da amaç fonksiyonu temelli bir metottur. Algoritma, en küçük kareler yönteminin genellemesi olan eşitlik 10'daki amaç fonksiyonunu öteleyerek minimize etmek için çalışır [17].

$$Jm = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^C u_{ij}^m \|x_i - c_j\|^2 \quad (10)$$

U üyelik matrisi rastgele atanarak algoritma başlatılır. İkinci adımda ise merkez vektörleri hesaplanır. Merkezler eşitlik 11'deki formüle göre hesaplanır [17].

$$c_j = \frac{\sum_{i=1}^N u_{ij}^m x_i}{\sum_{i=1}^N u_{ij}^m} \quad (11)$$

Hesaplanan küme merkezlerine göre U matrisi eşitlik 12'deki formül kullanılarak yeniden hesaplanır. Eski U matrisi ile yeni U matrisi karşılaştırılır ve fark ϵ 'dan küçük olana kadar işlemler devam eder [17].

$$u_{ij} = \frac{1}{\sum_{k=1}^C \left(\frac{\|x_i - c_k\|}{\|x_i - c_j\|} \right)^{\frac{2}{m-1}}} \quad (12)$$

Kümeleme işlemi ile birlikte bulanık değerler içeren U üyelik matrisi kümelemenin sonucunu gösterir. Arzu edilen durumda, yuvarlama işlemi yapılarak bu değerler 0 ve 1'lere dönüştürülebilir.

V. UYGULAMA

Çalışmada, KDDCup99 veri setinden faydalanılmıştır. Saldırı tespit çalışmalarında çokça tercih edilen bu veri setinde 23 farklı gruptan 41 özellik ve toplamda yaklaşık 4,8 milyon kayıt bulunmaktadır. Çalışmada kullanılan yöntemler düşünüldüğünde bu kadar çok veri ile işlem yapmak çok fazla zaman alacağı için veri seti bazı işlemlerden geçirilerek kullanılmıştır. Öncelikle veri setindeki benzer gruplar birleştirilerek 23 farklı grup yerine DOS, PROB, R2L, U2R ve NORMAL olmak üzere 5 farklı grup şeklinde ele alınmıştır. Daha sonra U2R dışında kalan her bir gruptan 200 örnek ve U2R grubundan veri setinde bulunan tüm örnekler (52 adet) alınmış ve 852 veri içeren yeni veri seti oluşturulmuştur. 852 verinin %70'lik kısmı eğitim, %15'lik kısmı test ve %15'lik kısmı doğrulama için kullanılmıştır.

RBF ağlarının eğitiminde kullanılacak olan gizli katmanda yer alan nöronlar ve bu nöronlara ilişkin merkez vektörler, SOM, C-ortalamlar, K-ortalamlar kümeleme algoritmaları kullanılarak ve rastgele olmak üzere 4 farklı şekilde belirlenmiştir. Her bir model için veriler en düşük 10 kümeden başlamak üzere her bir adımda 50 artırılarak 500 kümeye kadar 10 farklı şekilde kümelenecek ve RBF ile sınıflandırılmıştır. Son olarak test verilerine göre en az hatayı veren RBF modelleri en iyi model olarak belirlenmiştir. Bu testler sonucunda tüm veri SOM ağları ile 110, K-ortalamlar kümeleme yöntemi ile 110, C-ortalamlar kümeleme yöntemi ile 210, rastgele alınacak şekilde 160 farklı kümeye ayrılmıştır ve en iyi sonucu K-ortalamlar kümeleme yöntemi vermiştir. Bu testlere ait en iyi sonuçlar Tablo 1' ve Tablo 2'de gösterilmiştir.

		NOR.	0	0	0	0	30
Rastgele	Tahmin	DOS	PROB	R2L	U2R	NOR.	
		DOS	30	0	0	0	0
		PROB	0	30	1	0	0
		R2L	0	0	28	0	0
		U2R	0	0	0	8	0
		NOR.	0	0	1	0	30

Tablo1. Test verisi karmaşıklık matrisleri

			Gözlenen				
C-means	Tahmin		DOS	PROB	R2L	U2R	NOR.
		DOS	198	0	1	0	0
		PROB	0	199	1	0	0
		R2L	2	1	196	4	1
		U2R	0	0	2	48	0
		NOR.	0	0	0	0	199
K-means	Tahmin		DOS	PROB	R2L	U2R	NOR.
		DOS	200	0	0	0	0
		PROB	0	200	0	0	0
		R2L	0	0	197	6	0
		U2R	0	0	2	46	0
		NOR.	0	0	1	0	200
SOM	Tahmin		DOS	PROB	R2L	U2R	NOR.
		DOS	196	0	0	0	0
		PROB	0	200	0	0	0
		R2L	0	0	194	14	1
		U2R	4	0	6	38	0
		NOR.	0	0	0	0	199
Rastgele	Tahmin		DOS	PROB	R2L	U2R	NOR.
		DOS	200	0	1	0	0
		PROB	0	200	1	0	0
		R2L	0	0	194	3	0
		U2R	0	0	3	49	0
		NOR.	0	0	1	0	200

Tablo1. Tüm veri karmaşıklık matrisleri

VI. SONUÇ

Son yıllarda bilişim teknolojilerindeki gelişmeler insanların interneti daha çok kullanmasına zemin hazırlamıştır. İnternet kullanımındaki bu artış beraberinde bazı güvenlik problemlerini de ortaya çıkarmıştır. Bilim insanları birçok alanda olduğu gibi saldırı tespit sistemlerinde de makine öğrenmesi yöntemlerinin çok iyi başarı sağladığı gözlemlenmiştir. Yapılan çalışmalar göz önüne alındığında bir yöntemi yalın olarak kullanmak yerine birden fazla yöntemi birlikte kullanmanın daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Bu çalışmada KDDCup99 veri setinden seçilmiş 652 saldırı ve 200 saldırı olmayan toplamda 852 veri kullanarak 4 adet hibrit yaklaşım ile model tasarlanmıştır. Her bir modelde sınıflama olarak radyal tabanlı fonksiyonlar kullanılıp, bu model için gerekli olan katman ve nöron sayıları C-ortalamlar, K-ortalamlar ve SOM yöntemleri kullanılarak ve rastgele olmak üzere 4 farklı şekilde seçilmiştir. Çalışmanın sonuçları incelendiğinde hibrit yaklaşımların saldırı tespit sisteminde başarılı sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir.

REFERANSLAR

		Gözlenen					
C-means	Tahmin		DOS	PROB	R2L	U2R	NOR.
		DOS	26	0	0	0	0
		PROB	0	23	0	0	0
		R2L	0	1	30	1	0
		U2R	0	0	1	8	0
		NOR.	0	0	0	0	38
K-means	Tahmin		DOS	PROB	R2L	U2R	NOR.
		DOS	30	0	0	0	0
		PROB	0	30	0	0	0
		R2L	0	0	29	0	0
		U2R	0	0	0	8	0
		NOR.	0	0	1	0	30
SOM	Tahmin		DOS	PROB	R2L	U2R	NOR.
		DOS	28	0	0	0	0
		PROB	0	30	0	0	0
		R2L	0	0	29	0	0
		U2R	2	0	1	8	0
			DOS	PROB	R2L	U2R	NOR.

- [1] M.H. Sazlı, H. Tanrıku, "Saldırı Tespit Sistemlerinde Yapay Sinir Ağlarının Kullanılması," XII. "Türkiye'de İnternet" Konferansı, Ankara, Türkiye, 2007.
- [2] Ş. Sağıroğlu, E. N. Yolaçan, U. Yavanoğlu "Zeki Saldırı Tespit Sistemi Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi," Gazi Üniv. Müh. Mim. Der., 26(2):325-340, Ankara.
- [3] E. Yıldız, Veri Madenciliği Teknikleriyle Saldırı Tespiti ve Bir Uygulama, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Ankara, 2010.
- [4] M. O. Depren, et al, "Network-based anomaly intrusion detection system using SOMs," Signal Processing and Communications Applications Conference, Proceedings of the IEEE 12th. IEEE, 2004.
- [5] Liu, Jun, et al, "An Anomaly Detection Algorithm of Cloud Platform Based on Self-Organizing Maps," Mathematical Problems in Engineering, 2016
- [6] Shakya, Subarna, ve B. R. Kaphle, "Intrusion Detection System Using Back Propagation Algorithm and Compare its Performance with Self Organizing Map," Journal of Advanced College of Engineering and Management 1 (2016): 127-138.
- [7] A. Sung, G. Janoski, S. Mukkamala, "Intrusion Detection Using Neural Networks and Support Vector Machines," New Mexico, USA, 2002.
- [8] Hofmann, Alexander, ve B. Sick, "Evolutionary optimization of radial basis function networks for intrusion detection," Neural Networks, Proceedings of the International Joint Conference on. Vol. 1. IEEE, 2003
- [9] Tian, Jingwen, M. Gao, F. Zhang, "Network intrusion detection method based on radial basic function neural network," International Conference on E-Business and Information System Security, IEEE, 2009.
- [10] A. Özgür, H. Erdem, "Saldırı Tespit Sistemlerinde Kullanılan Kolay Erişilen Makine Öğrenme Algoritmalarının Karşılaştırılması," Bilişim Teknolojileri Dergisi, 5(2): 41-48.
- [11] Ç. Kaya, O. Yıldız, "Makine Öğrenmesi Teknikleriyle Saldırı Tespiti: Karşılaştırmalı Analiz," Marmara Fen Bilimleri Dergisi, cilt(no): 89-104, 2014.
- [12] S. Haykin, "Neural Networks - A Comprehensive Foundation," 321, 470, Prentice Hall, 1999.
- [13] Y. Alpdoğan, H. Ş. Bilge, "Kendinden Düzenlenen Haritalar ile Ders İçeriklerinin Sınıflandırılması," Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., Cilt:24, No:2, 303-310, 2009.
- [14] J. Han, M. Kamber, "Data Mining Concepts and Techniques," Morgan Kauffmann Publishers Inc., 2006.
- [15] A. K. Jain, M. N. Murty, P. J. Flynn, "Data Clustering: A Review," ACM Computing Surveys, Volume:31, No:3, 1999.
- [16] M. Işık, A. Y. Çamurcu, "K-means, K-medoids ve Bulanık C-means Algoritmalarının Uygulamalı Olarak Performanslarının Tespiti," İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, Yıl:6, Sayı:11, 31-45, 2007.
- [17] V. S. Moertini, "Introduction to Five Clustering Algorithms," Integral, Vol:7, No:2, 2002.

Apriori ve Predictive Apriori Algoritmaları Kullanılarak Meme Kanseri Hastalarının Sınıflandırılması

Tuba Pala¹

¹Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği
Bölümü
Fen Bilimleri Enstitüsü
Düzce Üniversitesi, DÜZCE
tubapala@duzce.edu.tr

İbrahim Yücedağ²

²Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
Teknoloji Fakültesi
Düzce Üniversitesi, DÜZCE
ibrahimyucedag@duzce.edu.tr

Özet

Etkili tıbbi tanı koymak için tıbbi veritabanları üzerinde yapılan veri madenciliği çalışmaları oldukça önemlidir. Veri madenciliğinin amacı veritabanlarından bilgi çıkarmak, açık ve anlaşılır örüntüler tanımlamaktır. Bu çalışmada, meme kanseri hastalarına ait verilerden birliktelik kuralları oluşturulması üzerine bir yaklaşım sunulmuştur. Kuralların çıkarılmasında Apriori ve Predictive Apriori algoritmaları kullanılmıştır. Çalışma, farklı birliktelik kuralları madenciliği yaklaşımlarının kalitesini karşılaştırmaktadır. UC-Irvine archive of machine learning repository datasets [1] – Breast Cancer Dataset veri seti üzerinde çalışılmıştır. Bu veri set 9 nitelik ve 1 sınıf niteliği olmak üzere 10 nitelik ile 286 hastaya ait kayıttan oluşmaktadır. Önerilen yaklaşım ile veri setindeki birlikteliklerin keşfi için, Apriori ve Predictive Apriori kullanılarak algoritmaların başarımları karşılaştırılmıştır.

Predictive Apriori'nin, Apriori'ye göre daha yüksek sonuçlarda doğruluk değerine sahip olduğu görülmüştür. Buna ek olarak, elde edilen kurallar ile bu alanda çalışan insanlara yardım etmek amaçlanmaktadır.

Anahtar kelimeler: Veri Madenciliği, Sınıflandırma, Birliktelik Kuralları, Meme Kanseri Veri Seti, Tıbbi Tanı

Classification of Breast Cancer Patients by Using Apriori and Predictive Apriori Algorithm

Abstract

Data mining studies carried out on medical databases are very important in order to make an effective medical diagnosis. The purpose of data mining is to extract information from databases, to define clear and understandable patterns. In this study, an approach was presented to generate association rules on the data of breast cancer patients. Apriori algorithm and Predictive Apriori are used for the extract of the rules. The study is to compare the quality of different association rule mining

approach. UC-Irvine archive repository of machine learning datasets [1] - Breast Cancer dataset has been studied. This dataset is including 9 attribute and 1 class attribute. It consists of records of 286 patients with 10 attributes. With the proposed approach for the discovery of association in the data set and using the Predictive Apriori Apriori algorithms for performance comparison. Predictive Apriori, according to Apriori has been shown to have higher result accuracy. In addition, it is aimed to help the working people in this area with the obtained rules.

Keywords: Data Mining, Classification, Association Rule, Breast Cancer Data Set, Medical Diagnosis

1.Giriş

Meme kanseri, tüm insanlarda akciğer kanserinden sonra, dünyada görülme sıklığı en yüksek olan kanser türüdür. Hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerin birçoğunda kadınlar arasında en yaygın görülen kanser türüdür. Kadınlarda kanserden ölüm nedenlerinin de başında gelmektedir [2]. 1970'lerden bu yana meme kanserinin görülme sıklığında artış yaşanmaktadır ve bu artışa modern, batılı yaşam tarzı sebep olarak gösterilmektedir. Diğer hastalıklar ve kanser hastalıklarında da olduğu gibi, meme kanserinin erken tespiti önemlidir. Meme kanseri,

yayılmadan önce, erken tespit edilirse, hasta %96 gibi yüksek bir oranda yaşama şansına sahip olabilir [3].

Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler verilerin büyük oranda artmasına neden olmuş ve bununla birlikte artan verinin analiz edilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Son yıllarda büyük boyutlara ulaşan verileri analiz edecek araç, yöntem ve teknikler ortaya çıkmıştır. Veri madenciliği de bu yöntem ve tekniklerden en çok kullanılanlardandır. Veri madenciliği adından da anlaşılacağı üzere veri yığınlarından maden niteliğinde değerli ve farklı bilgiyi çıkarmaya çalışan bir tekniktir. Veri madenciliğinde amaç, veri tabanlarında toplanan verilerin matematiksel, istatistiksel yöntemlerle incelenerek analiz edilmesi ve içinde bulunan kuralların, ilişkilerin, yapıların ya da daha önceden bilinmeyen farklı bilgilerin ortaya çıkarılmasıdır [4]. Veri madenciliği; sağlık alanında pek çok şekilde kullanılmaktadır. Hastalık tanı ve teşhisinde, tedavinin belirlenmesinde, tedavi sürecin kısaltılmasında, hastane yönetiminde kararların alınması gibi alanlarda sağlık kurumlarına ve sağlık çalışanlarına önemli katkılar sağlayabilmektedir [5]. Geçmiş verilerden ya da diğer bir ifadeyle deneyimlerden sonuç çıkararak hekime karar konusunda yardımcı olurlar. Sağlık alanında veri madenciliğinin kullanılması hekimlerin en

uygun kararları almasında yardımcı olacaktır.

Son yıllarda meme kanseri ve medikal diğeri veri setlerindeki örüntülerinin sınıflandırılması ve tahmin edilmesi üzerine yapılmış pek çalışma vardır.

Polat ve Gunes [6], meme kanseri verilerini LS-SVM(en küçük kareler – destek vektör makinesi) sınıflandırma algoritması kullanarak gerçekleştirmişlerdir. LS-SVM nin güçlülüğü

doğruluk(accuracy),duyarlılık(sensitivity),specificity(kesinlik), k kat çapraz doğrulama ve karışıklık matrisi analizleri kullanılarak incelenmiştir. Yöntemin sınıflandırma doğruluğu %98.53 olarak elde edilmiştir ve diğeri sınıflandırma teknikleriyle karşılaştırıldığında bu oran oldukça umut verici olarak nitelendirilmiştir. Sonuçlar kullanılan yöntemin etkili olduğunu ve teşhis için yeni akıllı ve yardımcı bir sistem olduğunu göstermektedir.

Bu çalışma [7] birliktelik kuralları ve yapay sinir ağları tabanlı meme kanseri tespiti için otomatik bir tanı sistemi sunmaktadır. Birliktelik kuralları veri seti boyutunun azaltılması için kullanılmıştır. Veri seti nitelik azaltılma işleminden sonra yapay sinir ağları uygulanarak geliştirilen model ile yapay sinir ağlarının performans karşılaştırılması yapılmıştır. Performans değerlendirilmesinde 3 kat çapraz

doğrulama yöntemi kullanılmıştır ve geliştirilen modelin sınıflandırma doğruluğu %95.6 ile başarılı bir model olduğunu göstermiştir.

Akay [8] SVM (Destek vektör makineleri) tabanlı birleştirilmiş bir model önermiştir ve modelin sınıflandırma doğruluğu %99.51 olarak elde edilmiştir. Meme kanseri veri setindeki her bir niteliğin önemi F-Score hesaplaması ile ölçümlenmiştir.

Delen ve ark. [9] yapay sinir ağları, lojistik regresyon ve karar ağaçları analizi kullanarak meme kanserinin hayatta kalma durumunu tahmin eden tahminleyici model geliştirdiler. Onlar SEER meme kanseri verilerini kullandılar. 433272 hasta verisi 72 nitelikten oluşan bu veri seti için 10 kat çapraz doğrulama kullanılarak üç algoritmanın sınıflandırma doğruluğu karşılaştırılmıştır. Karar ağaçları algoritması %93.6 doğruluk ile en iyi sonuca ulaşırken lojistik regresyon en düşük doğruluk değerine %89.2 ile ulaşmıştır.

Bu çalışmada [10], büyük veri tabanlarında nitelikler arasındaki ilişkilerin bulunmasında kullanılan PCA (temel bileşen analizi) ile Apriori algoritması ile birleştirilerek nitelik seçimi aşaması oluşturulmuştur. Bu aşamadan sonra NN(yapay sinir ağları) uygulanarak bir sistem geliştirilmiştir. Sistemin sınıflandırma doğruluğu %98.29' dur. Bu

sonuç diğer çalışmalardaki doğruluk değeri ile karşılaştırıldığında oldukça umut vericidir.

Lavaya ve ark. [11] nitelik seçim analizinin sınıflandırma başarımlarına doğruluğuna etkisi üzerine bir çalışma yapmışlardır.

Jacob ve ark. [12] da nitelik seçimin farklı sınıflandırma algoritmaları üzerindeki başarımlarının karşılaştırılmasına dayanan bir çalışma yapmışlardır. Veri seti meme dokusu verileridir. Bazı algoritmalar üzerinde nitelik seçiminin etkili olduğu bazılarıda etkili olmadığı analiz edilmiştir.

Bu çalışmada [13] kural tabanlı iki model üzerinde çalışılmıştır. İlk model karar ağaçları ve bulanık kural tabanlı bir sistemken, ikinci model birliktelik kuralları ve bulanık mantık kural çıkarımına dayanan bir sistemdir. İki modelde meme kanseri hastalarına ait veriler üzerinde denenmiştir. Çalışma ile doğru bulanık kural çıkarımı sağlayan iki yeni sistem sunulmuştur. İki sistemin de benzer sonuçlar elde ettiği ve sonuçların sınıflandırma performansında giriş nitelik değerlerinin önemli rol oynadığı sonucuna varılmıştır.

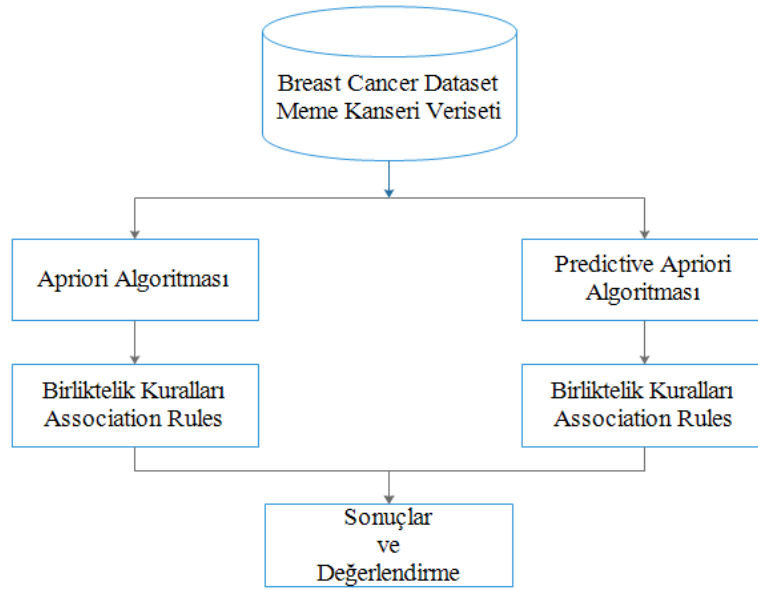
Bu çalışmada [14] meme kanseri ve yetişkin veri seti apriori, entropi ve varyans olmak üzere üç farklı ölçüme göre

yorumlanmıştır. Meme kanseri verilerindeki varyans değerinin yüksek oluşu ve entropi değerinin düşük olması kural çeşitliliğinin çok olabileceğini göstermiştir. Birliktelik kuralları uygulamalarında destek ve güven değerlerinin yanında entropi ve varyans parametrelerini de ekleyerek farklı veri setler üzerinden daha farklı kuralların üretilebileceği bu çalışmada sunulmuştur.

Jabbar ve ark. [15] birliktelik kuralları, genetik algoritma, gini-index ve z istatistik değerlerini kullanarak hibrid bir model önermişlerdir. Sonuçlar hastalık tahminlemesinde yardımcı sınıflandırıcı kuralların üretildiğini göstermiştir.

Medikal veri setler üzerinde farklı sınıflandırma algoritmalarının karşılaştırmalı olarak test edildiği bu çalışma Chimieski ve ark. [16] tarafından sunulmuştur. Çalışma üretilen kuralların hastalık tanısında kullanımının etkili ve yararlı olacağını göstermiştir.

Bu çalışmada meme kanseri hastalarına ait veriler birliktelik kurallarını üretecek Apriori algoritması kullanılarak analiz edilmiştir. Böylece bulunan kurallar ile bu alanda çalışan kişilere yardımcı olmak amaçlanmıştır.



Şekil1. Önerilen Yaklaşımın Akış Diyagramı

Yukarıdaki akış diyagramından da görüldüğü gibi ilk olarak meme kanseri veri seti üzerinde iki farklı birliktelik kuralları madenciliği algoritmaları uygulanmıştır. Algoritma uygulanması sonucunda bulunan en iyi birliktelik kuralları başka bir ifadeyle en güçlü kurallar çalışmanın sonuç ve değerlendirme kısmında verilmiş ve yorumlanmıştır. Algoritma başarımları karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Çalışmanın geri kalan kısmı şu şekilde organize edilmiştir. 2. bölümde çalışmada kullanılan veri seti tanımlanmış, birliktelik kuralları ve bu çalışmada kullanılan

Apriori algoritması ile Predictive Apriori Algoritması açıklanmış ve son bölümde ise sonuçlar sunulmuş ve yapılan çalışma değerlendirilmiştir. Ayrıca gelecekte yapılabilecek olan çalışmalara yer verilmiştir.

2. Yöntem

A. Veri Seti

Bu çalışmada kullanılan veri seti, Institute of Oncology University Medical Center tarafından 1988’de oluşturulmuş meme kanseri hastalarının bilgilerini içeren bir veri setidir [1]. Tablo 1’de veri seti kısaca özetlenmiştir.

Tablo 1. Meme Kanseri (Breast Cancer) Veri Setinin Tanımlanması

Veri set	Nitelik Sayısı	Hasta Sayısı (Örneklem)
Meme Kanseri (Breast Cancer) veri seti	10	286

Detaylı tanımlaması Tablo 2’de görülen meme kanseri veri seti 286 hasta kaydından ve 10 nitelikten oluşmaktadır. Verilerin anlamları ve değer aralıkları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Meme Kanseri (Breast Cancer) Veri Seti Nitelikleri

No	Veri setteki Nitelik Adı	Nitelik Adı	Nitelik Tanımı
1	Class	Sınıf	1 – nüks yok (no-recurrence-events) 2 – nüks var (recurrence-events)
2	Age	Yaş	10-19, 20-29, 30-39, 40-49, 50-59, 60-69, 70-79, 80-89, 90-99
3	Menopause	Menepoz zamanı erken menpoz, 40 yaşından önce, 40 yaşından sonra menepoz olma	lt40, ge40, premeno
4	tumor-size	Tümör boyutu (büyüklüğü)	0-4, 5-9, 10-14, 15-19, 20-24, 25-29, 30-34, 35-39, 40-44, 45-49, 50-54, 55-59
5	inv-nodes	Yayılan (tutulmuş) lenf nodu	0-2, 3-5, 6-8, 9-11, 12-14, 15-17, 18-20, 21-23, 24-26, 27-29, 30-32, 33-35, 36-39
6	node-caps	Lenf nodu kapsülü	yes, no
7	deg-malig	Tümörün malignite derecesi	1, 2, 3
8	breast	Hangi memede olduğu	left, right.
9	breast-quad	Memenin hangi bölgesinde (kadranda) olduğu	left-up, left-low, right-up, right-low, central
10	irradiat	Radiotherapy alıp almaması	yes, no

Kullanılan veritabanında 286 örneğe ait veri ve bunların ait oldukları 2 sınıf mevcuttur. Sınıflar nüks yok (no-recurrence-events) ve nüks var (recurrence-events) şeklindedir. Tablo 3'te sınıf (Class) niteliğinin dağılımı yer almaktadır.

Tablo 3. Sınıf (Class) Niteliğinin Dağılımı

Sınıf Değeri	Frekans (veri sayısı)	Yüzde (%)
1 - nüks yok (no-recurrence-events)	201	70.2797
2 - nüks var (recurrence-events)	85	29.7203
Toplam	286	100

B. Birliktelik Kuralları (Association Rule) Algoritması

Birliktelik kuralı, eldeki verilerin analiz edilerek bu veriler içindeki birliktelik

davranışlarının keşfini sağlayan bir veri madenciliği yaklaşımdır. Keşfedilen örüntüler veri kümesinde sıklıkla birlikte geçen nitelik değerleri arasındaki ilişkiyi

gösterir [17]. Veri madenciliğinde, birliktelik kuralları öğrenme algoritması popülerdir ve büyük veritabanlarında nitelikler arasındaki ilginç ilişkileri keşfetmek için iyi araştırılmış bir yöntemdir [18]. Piatetsky-Shapiro farklı ölçümler kullanarak veritabanlarında güçlü kuralları çıkararak sunan ve analiz eden bir yöntem olarak tanımlar [19]. Güçlü kuralların çıkarılmasında, Süpermarket sistemlerindeki büyük ölçekli alışveriş kayıtlarındaki ürünler arasındaki ilişkilerin keşfi için birliktelik kuralları kullanılmıştır. Örneğin, Kural {soğan, patates} $\Rightarrow$ {Burger} bir süpermarket satış verilerinden çıkarılan kurala göre eğer müşteri soğan ve patates satın alırsa, o müşteri hamburger de satın alabileceğini gösterir şeklinde kuralı yorumlayabiliriz. Bulunan bu kurallar, örneğin, promosyon, fiyatlandırma veya ürün yerleştirme gibi pazarlama faaliyetleri ile ilgili kararlar için temel olarak kullanılabilir. Yukarıdaki örnekteki gibi pazar sepeti analizine ek olarak bugün birliktelik kuralları Web madenciliği, saldırı tespit ve biyoinformatik gibi birçok uygulama alanlarında kullanılmaktadır [18].

Oluşturulan birlikteliklerden hangisinin daha geçerli olduğunu ortaya çıkarmak için analiz performansı yapılır. Performans kriteri olarak temelde iki ölçü kullanılır: destek (support) ve güven (confidence).

X ve Y arasındaki ($X \Rightarrow Y$ birliktelik kuralı için);

Destek, ilgilenilen öncül ve sonuç değişkenlerinin her ikisinin de birlikte meydana gelme olasılığı olarak ifade edilir. Olasılık değeri, hem X hem de Y'yi içeren işlemlerin sayısının tüm işlemlerin sayısına oranı olarak gösterilir.

Destek(Support)

$$= \frac{X \text{ ve } Y \text{ yi birlikte içeren işlemlerin sayısı}}{\text{Tüm işlemlerin sayısı}}$$

Güven ise kuralın doğruluğunun bir ölçüsü olup öncül özelliğinin gerçekleşmesinden sonra sonuç özelliğinin gerçekleşmesi olasılığıdır. Güven değeri bir koşullu olasılık ölçüsü olup hem X hem de Y'yi içeren işlemlerin sayısının yalnızca X'i içeren işlemlerin sayısına oranı olarak gösterilir.

Destek(Confidence)

$$= \frac{X \text{ ve } Y \text{ yi birlikte içeren işlemlerin sayısı}}{X'i içeren işlemlerin sayısı}$$

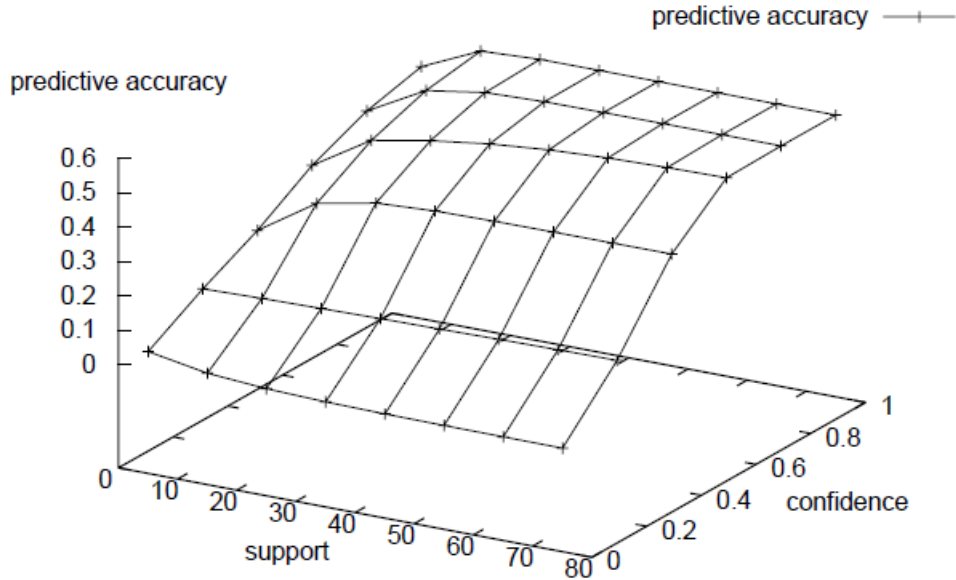
C. Apriori Algoritması

Apriori algoritması temelde tekrarlayan bir yapıya sahiptir. Algoritmanın amacı veritabanı içerisindeki en güçlü kuralları başka bir değişle en sık tekrar eden öge kümelerini bulmaktır. Bu amaç için veritabanı birçok kez taranır. İlk taramada veritabanında öğelerin kayıtlarda (hareketlerde) kaç defa tekrar ettiği tespit

edilir, bu değer destek (support) sayısını ifade etmektedir. Minimum destek değerinin altında kalan yani destek değerinden küçük olan öğeler kümelerine dahil edilmemektedir. Her taramada bir önceki taramada bulunan yaygın öğe kümeleri, yaygın öğe aday kümeleri (candidate itemsets) adı verilen yeni potansiyel yaygın öğe kümelerini üretmekte kullanılır. Aday kümelerin destek değeri, tarama içerisinde hesaplanır ve minimum destek ölçütünü sağlayanlar yaygın öğe kümeleri olur. Yaygın öğeler bir sonraki tarama için aday küme olurlar. Bu işlem yaygın öğe kümesi bulamayınca kadar devam etmektedir. Bu algorithmada temel yaklaşım eğer k-öge kümesi minimum destek ölçütünü sağlıyorsa, bu kümenin alt kümeleri de minimum destek ölçütünü sağlar [17].

D. Predictive Apriori Algoritması

Predictive Apriori algoritması Schaffer tarafından sunulmuştur [20]. Predictive Apriori birliktelik kuralı algoritmasında, destek ve güven değerlerinin birleştirilerek tahminleme doğruluk değeri (predictive accuracy) olarak tek bir ölçüm değeri oluşturulur. Bu tahminleme doğruluk değeri Apriori birliktelik kurallarını üretmek için kullanılır. Weka yazılımında bu algoritma, kullanıcının belirlediği n değerine göre en iyi “n” adet birliktelik kuralını üretir [21]. Bu algoritma Apriorideki güven değerinden daha çok bilinmeyen veriler [22] üzerindeki birliktelik kuralının tahminleme doğruluğunu maksimize etmeye çalışır [23]. Öte yandan predictive apriori destek değerlerine göre kuralların güven değerlerini hesaplar [22].



Şekil 2: Tahminleme doğruluk (predictive accuracy) değerine destek(support) ve güven (confidence) değerlerinin katkısı [9]

Deneylerimizde kullandığımız veritabanı için üretilen kuralların destek, güven ve beklenen tahminleme doğruluk değerlerinin nasıl değişeceği yukarıdaki şekilde gösterilmiştir. Tahminleme doğruluk değeri kuralın destek ve güven değerine bağlı olarak artmaktadır [20].

4. Sonuçlar ve Değerlendirme

Bu çalışmada, meme kanseri veri seti kullanılarak birliktelik kuralları öğrenme algoritmalarından Apriori algoritması ve Predictive Apriori algoritmaları için ayrı

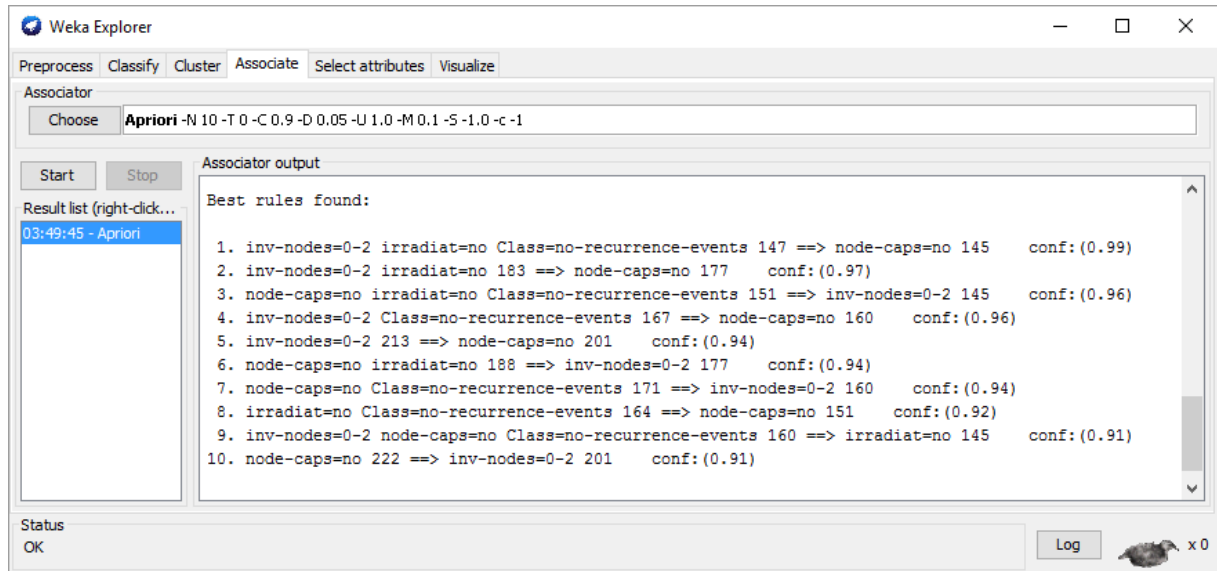
ayrı kurallar üretilmiştir. Üretilen kurallar meme kanserini etkileyen faktörlerin en güçlü yani en sık tekrarlayan kurallarıdır. Algoritmaların performansları tahminleme doğruluk (predictive accuracy) ve güven (confidence) değerlerinin 10 kural için bulunan değerlerinin ortalaması üzerinden karşılaştırılmıştır [23].

Şekil 3'te Apriori algoritması ile üretilen en iyi başka bir değişle en güçlü 10 kural gösterilmiştir. Kurallardan ilkinin değerlendirdiğimizde sonuçlar şu şekilde ortaya çıkmaktadır.

Örneğin, 1. kural,

inv-nodes=0-2, irradiat=no, Class=no-recurrence-events, ==> %99 oranında node-caps=no çıkacaktır.

Tutulan lenf nodu 0-2 ölçeğinde, Radiotherapy alınmamış, hastalık tekrarlamamış ise %99 Lenf nodu kapsülü yoktur.



Şekil 3. Apriori Algoritması İle Üretilen En İyi Kurallar

Şekil 4'te Predictive Apriori algoritmasıyla veri set içindeki nitelikler arasındaki ilişkiler tahminleme doğruluk değeri sırasına göre sıralanmış bir şekilde

görülmektedir. Kurallardan bazılarını değerlendirdiğimizde sonuçlar şu şekilde ortaya çıkmaktadır.

Örneğin, 3. kural,

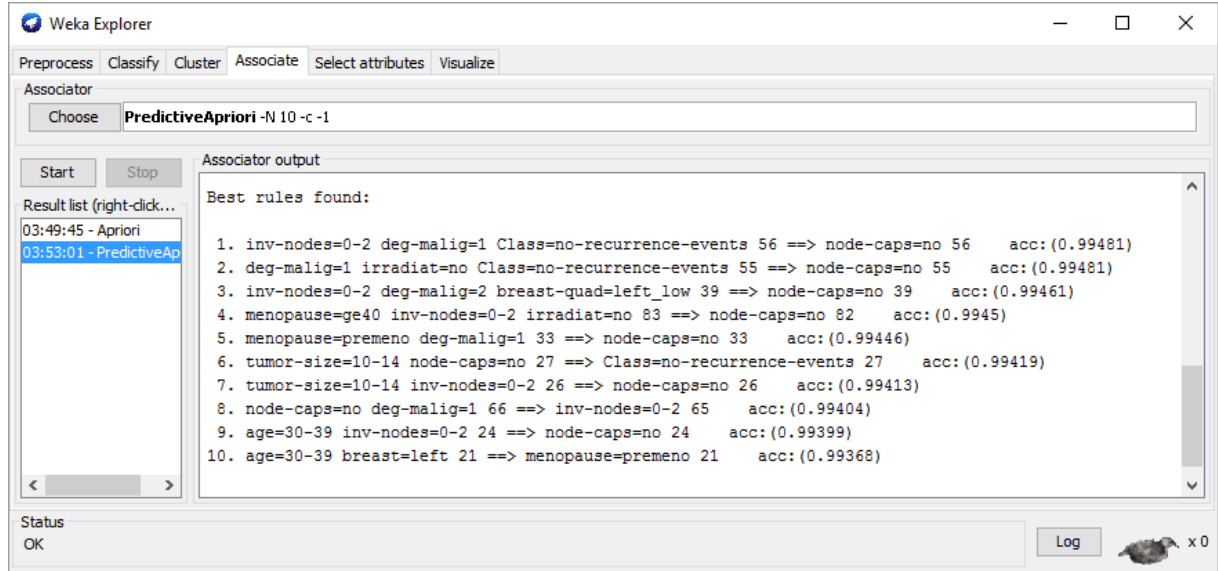
node-caps=no, deg-malig=1 ==> inv-nodes=0-2 acc:(0.99404)

Lenf nodu kapsülü yok, Tümörün malignite derecesi 1 ise %99.404 oranında Yayılan (tutulmuş) lenf nodu 0-2 ölçeğindedir.

Örneğin, 6. kural,

tumor-size=10-14, node-caps=no ==> Class=no-recurrence-events acc:(0.99419)

Tümör boyutu 10-14 ölçeğinde, Lenf nodu kapsülü yoksa %99.419 oranında hastalık tekrarlamaz.



Şekil 4. Predictive Apriori Algoritması İle Üretilen En İyi Kurallar

Tablo 4. Algoritmaların Karşılaştırılması

Apriori	Predictive Apriori
Confidence	Predictive Accuracy

	(Güven Değeri)	(Tahminleme Doğruluk Değeri)
Ortalama Değerler	94.4%	99.4322 %

Yukarıdaki tabloya ait sonuçlara göre Predictive Apriori'nin, Apriori'ye göre daha yüksek sonuçlarda doğruluk değerine sahip olduğu görülmüştür.

Bu çalışmanın hastalıkların yorumlanmasında uzman hekimlere ve uygulayıcılara önemli ölçüde yardımcı olacağı düşünülmektedir. Bu yaklaşım diğer hastalıklar için de kural çıkarımında kullanılabilir. Birliktelik kuralı algoritmaları diğer veri madenciliği tekniklerinden olan kümeleme ve sınıflandırma ile hibrid bir yapı önerilerek karşılaştırmalı olarak test edilebilir. Test sonuçları algoritmayı tek uygulamak ve hibrid şekilde uygulamanın başarımlarını değerleri açısından üstünlükleri, üretilen kurallar açısından da farklılıkları benzerlikleri şeklinde değerlendirilebilir.

5. Kaynaklar

[1] <http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets> (Son erişim: 30.05.2016)

[2] Özmen, Vahit, et al. "Türkiye'de Meme Kanseri Erken Tanı Ve Tarama Programlarının Hazırlanması "Sağlık Bakanlığı meme kanseri erken tanı ve tarama alt kurulu raporu". Meme Sağlığı Dergisi/Journal of Breast Health 5.3 (2009).

[3] https://tr.wikipedia.org/wiki/Meme_kanseri (Son erişim: 12.06.2016)

[4] Han, J.; Kamber, M.: Data Mining Concepts and Techniques, Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, USA, (2006)

[5] Kocamaz, K.: "Hastane Yönetim Bilgi Sistemlerinde Veri Madenciliği", Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya. 2007

[6] Polat, K., & Güneş, S. (2007). Breast cancer diagnosis using least square support vector machine. *Digital Signal Processing*, 17(4), 694-701.

[7] Karabatak, M., & Ince, M. C. (2009). An expert system for detection of breast cancer based on association rules and neural network. *Expert systems with Applications*, 36(2), 3465-3469.

[8] Akay, M. F. (2009). Support vector machines combined with feature selection for breast cancer diagnosis. *Expert systems with applications*, 36(2), 3240-3247.

[9] Delen, D., Walker, G., & Kadam, A. (2005). Predicting breast cancer survivability: a comparison of three data

mining methods. *Artificial intelligence in medicine*, 34(2), 113-127.

- [10] Inan, O., Uzer, M. S., & Yılmaz, N. (2013). A new hybrid feature selection method based on association rules and PCA for detection of breast cancer. *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*, 9(2), 727-729.
- [11] Lavanya, D., & Rani, D. K. U. (2011). Analysis of feature selection with classification: Breast cancer datasets. *Indian Journal of Computer Science and Engineering (IJCSE)*, 2(5), 756-763.
- [12] Jacob, S. G., & Ramani, R. G. (2011). Discovery of knowledge patterns in clinical data through data mining algorithms: multi-class categorization of breast tissue data. *International Journal of Computer Applications (IJCA)*, 32(7), 46-53.
- [13] Pach, F. P., & Abonyi, J. (2006). Association rule and decision tree based methods for fuzzy rule base generation. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 13, 45-50.
- [14] Huebner, R. A. (2009). Diversity-based interestingness measures for association rule mining. *Proceedings of ASBBS*, 16(1).
- [15] Jabbar, M. A., Deekshatulu, B. L., & Chandra, P. (2013). Heart disease prediction system using associative

classification and genetic algorithm. *arXiv preprint arXiv:1303.5919*.

- [16] Chimieski, B. F., & Fagundes, R. D. R. (2013). Association and classification data mining algorithms comparison over medical datasets. *Journal of health informatics*, 5(2).
- [17] Özçakır, F.C.: “Müşteri İşlemlerindeki Birlikteliklerin Belirlenmesinde Veri Madenciliği Uygulaması” Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. 2006,
- [18] Lekha, A., C. V. Srikrishna, and Viji Vinod. "Utility of association rule mining: A case study using Weka tool." Emerging Trends in VLSI, Embedded System, Nano Electronics and Telecommunication System (ICEVENT), 2013 International Conference on. IEEE, 2013.
- [19] Piatetsky-Shapiro, G. (1991), Discovery, analysis, and presentation of strong rules, in G. Piatetsky-Shapiro & W. 1.Frawley, eds, Knowledge Discovery in Databases, AAAIIMTT Press, Cambridge, MA.
- [20] Scheffer, Tobias. "Finding association rules that trade support optimally against confidence." European conference on principles of data mining and knowledge discovery. Springer Berlin Heidelberg, 2001

- [21] BAher, Sunita, and Lobo LMR J. "A comparative study of association rule algorithms for course recommender system in e-learning." *International Journal of Computer Applications* 39.1 (2012): 48-52
- [22] Stefan Mutter, *Classification using Association Rules*, Waikato Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Yeni Zelanda, 2004, s.15-16
- [23] Sharma, Mukesh, Jyoti Choudhary, and Gunjan Sharma. "Evaluating the performance of apriori and predictive apriori algorithm to find new association rules based on the statistical measures of datasets." *International Journal of Engineering Research and Technology*. Vol. 1. No. 6 (August-2012). ESRSA Publications, 2012

Diyabet Tanısı için Birliktelik Kuralları ve Kümeleme Kullanılarak Bir Veri Madenciliği Yaklaşımı

Tuba Pala¹

¹Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği
Bölümü
Fen Bilimleri Enstitüsü
Düzce Üniversitesi, DÜZCE
tubapala@duzce.edu.tr

İbrahim Yücedağ²

²Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
Teknoloji Fakültesi
Düzce Üniversitesi, DÜZCE
ibrahimyucedag@duzce.edu.tr

Özet

Veri madenciliği uygulamalarının e-ticaret, pazarlama, endüstri ve diğer sektörlerdeki başarılı uygulamaları yükselen bir eğilimdedir. Bu sektörler arasında sağlık sektörü de vardır. Sağlık alanındaki bilginin miktarı günden güne ve hızlı bir şekilde artmaktadır. Buna ek olarak sağlık alanında yapılan veri analiz çalışmaları bu alanda çalışanlara, hekimlere yardımcı olabileceğinden dolayı da hızla artmıştır. Böylece tıbbi veriler üzerindeki trendlerin ve gizli kalmış ilişkilerin keşfi sağlanmıştır. Tip 2 diyabet erişkin toplumda en yaygın görülen metabolizma hastalığıdır. Gelişmiş ülkelerde toplumun %5-10'u Tip 2 diyabetlidir [1]. Diyabetli hasta oranının bu denli yüksek oluşu gelecekte de muhtemelen en önemli hastalık ve ölüm nedeni olacaktır. Bu sebeple bu çalışmada kullanmak için diyabet veri seti seçilmiştir. Bu çalışmada Tip 2 diyabet hasta verileri kullanılarak bir madencilik yaklaşımı önerilmiştir. Yaklaşım veri madenciliği yöntemlerinden kümeleme ve birliktelik analizini birlikte

içeren hibrid bir yapıdır. Tıbbi veri setindeki kuralların çıkarılması için Apriori Algoritması seçilmiştir.

Anahtar kelimeler: Veri Madenciliği, Kümeleme, Diyabet Veri Seti, Apriori Algoritması, K- Means Algoritması

A Data Mining Approach for Diagnosis of Diabetes Using Association Rules and Clustering

Abstract

Successful applications of data mining have a rising trend in e-commerce, marketing, industry and other sectors. These sectors include healthcare sector as well. Day by day, the amount of information in the field of health is growing quickly. In addition, data analysis studies carried out in the field of health, has increased rapidly since it will help the physician and employees in this sector. Thus, the discovery of hidden relationships and trends in medical data are provided. Type 2 diabetes is the most common metabolic disease in adult society. 5- 10% of the population in developed countries is

type 2 diabetes disease [1]. Such a high proportion of diabetes patients will also probably the most important cause of illness and death in the future. For this reason, diabetes dataset for use in this study were selected. In this study, a data mining approach is proposed using data of Type 2 diabetes patients. The approach is a hybrid structure that includes with of clustering and association analysis of data mining method. Apriori Algorithm has been selected for extracting rule in medical datasets.

Keywords: Data Mining, Clustering, Pima Diabetes Dataset, Apriori Algorithm, K-Means Algorithm

1.Giriş

Diyabet (şeker hastalığı) kan şekeri yüksekliği ile kendisini gösteren metabolik bir hastalıktır. İnsülin hormonunun eksikliği veya etkisizliği sonucu oluşur ve kronik seyreder. İnsülin, pankreastan salgılanan bir hormon olup kandaki glikozun (şekerin) dokular tarafından kullanılabilmesini sağlar. İnsülin olmadan, dokular alınan yiyecekleri istenilen şekilde kullanamaz ve kanda şeker yükselir. İnsülin hormonu tamamen eksikse bu diyabete "Tip 1 diyabet (insüline bağımlı diyabet)" denir. Genellikle çocuk veya genç yaştaki hastalarda görülür.

Vücutta insülin hormonu var, ama miktarı azsa veya dokularda insüline karşı direnç

varsa, bu diyabete de Tip 2 diyabet denir. Tip 2 diyabet erişkin toplumda en yaygın görülen metabolizma hastalığıdır. Gelişmiş ülkelerde toplumun %5-10'u Tip 2 diyabetlidir [1]. Genel olarak orta yaş hastalığı olarak kabul edilmekle beraber, son yıllarda daha genç yaşlarda Tip 2 diyabet görülmeye başlamıştır [2].

Tip 1 diyabetli hastalar yaşam boyu insülin kullanmak zorundadırlar. Tip 2 diyabetli hastalar ise diyet, egzersiz ve ağızdan alınan ilaçlarla tedavi edilebilir. Gerekirse hastalığın ilerleyen dönemlerinde insülin kullanabilirler. Kronik komplikasyonları nedeniyle diyabetin ulusal sağlık bütçeleri üzerindeki ekonomik yükü oldukça fazladır [3]. Bu metabolik düzensizlik birçok organda değişikliklere neden olur ve diyabetik bireyler sağlık sisteminde önemli bir yer tutar. Diyabet dünya çapında artan sayısı ile muhtemelen gelecekte de en önemli hastalık ve ölüm nedeni olmaya devam edecektir [4]. Sağlık bilgi sistemleri, tıbbi kararlar konusunda doktorlara yardımcı olmak amacıyla araştırma ve analiz için veri tabanlarından bilgi çıkarma eğilimindedir. Hastanelerde depolanan bilgi günden güne artmakta ve bu verilerden faydalı bilginin çıkarımı da daha zor hale gelmektedir. Geleneksel analiz yöntemleri bilgisayar tabanlı analiz yöntemleri yanında zayıf kalmışlardır. Tıbbi alanda kullanılan veri madenciliği daha doğru hastalık teşhisi için doktorlara

yardımcı olacaktır. Son zamanlarda diyabetli hasta sayısının artması gelecekte de muhtemelen en önemli hastalık ve ölüm nedeni olması sebebiyle bu çalışmada kullanılacak veri setinin seçiminde etkili olmuştur.

Literatürde diyabet tanısının veri madenciliği teknikleriyle tahmin edilmeye çalışıldığı pek çok çalışma mevcuttur. Aljumah ve ark. [5] farklı yaş grupları için farklı tedavi modlarının etkinliğini analiz eden bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada yaşlı ve genç yaş grupları arasındaki altı farklı tedavi modu ve etkileri karşılaştırılmıştır. İlaç tedavisi her iki grup için de etkindir. Ancak yaşlı gruplarda genç gruplara göre etkin olduğu görülmüştür. Han J. ve ark. [6] Rapid Miner veri madenciliği programı ile diyabet verilerini analiz eden diyabet tahmin modeli önermişlerdir. Çalışma [7] ile tıbbi alanda öneriler sunulmadığında bilgi açısından oluşabilecek eksiklerin tanımlanması ve doktorları tedaviye karar vermesinde oluşan eksikliklerin boşlukların veri madenciliği teknikleriyle doldurulması amaçlanmıştır. Bu amaçla Tip 2 diyabet verilerine C5.0 karar ağaçları algoritması uygulanarak 27 kural çıkarılmıştır.

Tip 2 diyabet hastalarının verileri birliktelik kuralları algoritmaları kullanılarak sınıflandırılmıştır [8]. Etkili makine öğrenmesi tekniklerinden birliktelik kuralları madenciliği ile yarı

otomatik modelleme yapılmıştır. Model büyük veri setlerinden fenotip tanımlanmasında ve kural tahminlenmesinde verimli ve sağlam bir yapı sağlamıştır. Diğer makine öğrenme algoritmalarından lojistik regresyon, destek vektör makineleri (support vector machine) ile önerilen model performans açısından karşılaştırılmıştır. Önerilen model sadece performans açısından değil çıkarılan kuralların yorumlanması açısından da faydalı olmuştur [9].

Bu çalışmada veri madenciliği tekniklerinden klasik kümeleme ve hiyerarşik kümeleme yöntemleri klinik veri setler üzerinde uygulanarak etkili kümeler oluşturulmuştur. Veri tabanları analiz aşamasında Tanagra veri madenciliği aracı kullanılmıştır. İlk veri setinin analizinde kadın ve erkeklerde kanser türlerindeki ölüm oranları kümelenecek ve sonuçlar değerlendirilmiştir. İkinci klinik veriset olan SEER veri seti üzerinde K-Means ve HAC (Hiyerarchical agglomerative clustering) algoritmaları karşılaştırılarak sonuçları değerlendirilmiştir [10]. Bu çalışma ile veri madenciliği tekniklerinden farklı kümeleme algoritmalarının karşılaştırılması ve sağlık verileri üzerinde çalışanların kullanacakları en uygun algoritmayı bulması amaçlanmıştır. Kümeleme algoritmalarından yoğunluk tabanlı kümeleme algoritması olan DBSCAN, hiyerarşik kümeleme ve K-

Means kümeleme algoritmaları kullanılmıştır. Diğer algoritmalarla karşılaştırıldığında K-Means in daha basit ve kolay olduğu görülmüş ve sağlık verileri için K-Means daha uygun olarak değerlendirilmiştir [11].

Hussan [12], orijinal PIMA diyabet veriset ve ön işlemden sonra oluşan veriset üzerinde K-Means kümeleme algoritmasını uygulayarak algoritma başarımlarını karşılaştırmıştır. Orijinal verileri için bulunan doğruluk değeri %81 iken ön işlemden sonra elde edilen veriler üzerindeki algoritma başarımlarının doğruluğu %94 elde edilmiştir. Pandey, Atul Kumar ve ark. [13] kalp hastalığı verilerine farklı kümeleme algoritmalarını uygulayarak tahminleme doğruluklarını karşılaştırmışlardır. Nitelik seçimi metodu

uygulandıktan sonra kalp hastalığı veri seti için yoğunluk tabanlı kümeleme (Make Density Based Clusters) algoritması için tahminleme doğruluk değeri %85.80 ile en yüksek değere sahip olduğu görülmüştür.

2. Veri Seti

Bu çalışmada kullanılan veri seti, National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases tarafından 1990 da oluşturulan diyabet veri setidir [14]. Veri Tip 2 diyabet hastalarına ait önemli bilgileri verileri içerir. Diyabet veri seti bilimsel çalışmalar için ulaşılabilir bir veri settir. Pek çok çalışmada bu veri setinden faydalanılmıştır. Diyabet veri seti 768 hasta kaydından ve 9 nitelikten oluşmaktadır. Text veri formatı şeklinde alınan verilerin anlamları Tablo 1' de açıklanmaktadır.

Tablo 1. Pima Diyabet Veri Seti Nitelikleri

Veri sette			
No	Nitelik Adı	Nitelik Adı	Nitelik Tanımı
1	Pregnant	Gebelik sayısı	Nümerik değerler
2	Plasma-Glucose	Plazma glikoz konsantrasyonu	Oral glikoz tolerans testinde 2. saat glikoz konsantrasyonu
3	Diastolic BP	Diastolik kan basıncı	Diastolik kan basıncı (mm Hg)
4	Tciceps SFT	Triceps cilt kalınlığı (mm)	Triceps cilt kalınlığı (mm)
5	Serum-Insulin	2. saat serum insulin	İnsulin (mu U/ml)
6	BMI	Vücut kütle indeksi	Ağırlık (kg)/ (uzunluk (m) ²)
7	DPF	Diyabet yakınlık fonksiyonu	Aile yakınlık derecesi
8	Age	Yaş	Yaş
9	Class	Sınıf	1 - diyabet test sonucu pozitif 0 - diyabet test sonucu negatif

Sınıf niteliğinin dağılımı da şu şekildedir:

Diyabet test sonucu negatif örnek sayısı:
500 ve bu sayı verilerin %65,1041' ini
oluşturmaktadır.

Diyabet test sonucu negatif örnek sayısı:
268, verilerin %34,8959' unu
oluşturmaktadır.

3. Çalışmada Kullanılan Algoritmalar

A. Birliktelik Kuralları (Association Rule) Algoritması

Birliktelik kuralı, eldeki verilerin analiz edilerek bu veriler içindeki birliktelik davranışlarının keşfini sağlayan bir veri madenciliği yaklaşımdır. Keşfedilen örüntüler veri kümesinde sıklıkla birlikte geçen nitelik değerleri arasındaki ilişkiyi gösterir [15]. Veri madenciliğinde, birliktelik kuralları öğrenme algoritması popülerdir ve büyük veritabanlarında nitelikler arasındaki ilginç ilişkileri keşfetmek için iyi araştırılmış bir yöntemdir [16]. Piatetsky-Shapiro farklı ölçümler kullanarak veritabanlarında güçlü kuralları çıkararak sunan ve analiz eden bir yöntem olarak tanımlar [17]. Güçlü kuralların çıkarılmasında, Süpermarket sistemlerindeki büyük ölçekli alışveriş kayıtlarındaki ürünler arasındaki ilişkilerin keşfi için birliktelik kuralları kullanılmıştır. Örneğin, Kural {soğan, patates} => {Burger} bir süpermarket satış verilerinden çıkarılan kurala göre eğer

müşteri soğan ve patates satın alırsa, o müşteri hamburger de satın alabileceğini gösterir şeklinde kuralı yorumlayabiliriz. Bulunan bu kurallar, örneğin, promosyon, fiyatlandırma veya ürün yerleştirme gibi pazarlama faaliyetleri ile ilgili kararlar için temel olarak kullanılabilir. Yukarıdaki örnekteki gibi pazar sepeti analizine ek olarak bugün birliktelik kuralları Web madenciliği, saldırı tespit ve biyoinformatik gibi birçok uygulama alanlarında kullanılmaktadır [16].

Oluşturulan birlikteliklerden hangisinin daha geçerli olduğunu ortaya çıkarmak için analiz performansı yapılır. Performans kriteri olarak temelde iki ölçü kullanılır: support (destek) ve confidence (güven).

X ve Y arasındaki ($X \Rightarrow Y$ birliktelik kuralı için);

Destek, ilgilenilen öncül ve sonuç değişkenlerinin her ikisinin de birlikte meydana gelme olasılığı olarak ifade edilir. Olasılık değeri, hem X hem de Y'yi içeren işlemlerin sayısının tüm işlemlerin sayısına oranı olarak gösterilir.

Destek(Support)

$$= \frac{X \text{ ve } Y \text{ yi birlikte içeren işlemlerin sayısı}}{\text{Tüm işlemlerin sayısı}}$$

Güven ise kuralın doğruluğunun bir ölçüsü olup öncül özelliğinin gerçekleşmesinden sonra sonuç özelliğinin gerçekleşmesi

olasılığıdır. Güven değeri bir koşullu olasılık ölçüsü olup hem X hem de Y'yi içeren işlemlerin sayısının yalnızca X'i içeren işlemlerin sayısına oranı olarak gösterilir.

$$\text{Güven(Confidence)} = \frac{X \text{ ve } Y \text{ yi birlikte içeren işlemlerin sayısı}}{X'i içeren işlemlerin sayısı}$$

A.1. Apriori Algoritması

Algoritma temelde tekrarlayan bir yapıya sahiptir. Algoritmanın amacı veritabanı içerisindeki en güçlü kuralları başka bir deyişle en sık tekrar eden öge kümelerini bulmaktır. Bu amaç için veritabanı birçok kez taranır. İlk taramada veritabanında öğelerin kayıtlarda (hareketlerde) kaç defa tekrar ettiği tespit edilir, bu değer destek (support) sayısını ifade etmektedir. Minimum destek değerinin altında kalan yani destek değerinden küçük olan öğeler kümelere dahil edilmemektedir. Her taramada bir önceki taramada bulunan yaygın öge kümeleri, yaygın öge aday kümeleri (candidate itemsets) adı verilen yeni potansiyel yaygın öge kümelerini üretmekte kullanılır. Aday kümelerin destek değeri, tarama içerisinde hesaplanır ve minimum destek ölçütünü sağlayanlar yaygın öge kümeleri olur. Yaygın öğeler bir sonraki tarama için aday küme olurlar. Bu işlem yaygın öge kümesi bulamayınca kadar devam etmektedir.

Bu algoritmada temel yaklaşım eğer k-öge kümesi minimum destek ölçütünü sağlıyorsa, bu kümenin alt kümeleri de minimum destek ölçütünü sağlar [15].

B. K- Means Algoritması

1967 yılında MacQueen tarafından geliştirilen K-Means en iyi bilinen kümeleme yöntemlerindendir. Gözetimsiz öğrenme algoritmalarından biridir [18].

En iyi ve en çok kullanılan kümeleme algoritmasıdır. Veri setindeki kayıtları nitelik ve özelliklerine göre önceden belirlenen k tane sınıfa ayırmak için kullanılır. Sınıflandırma veri setindeki kayıtların kendilerine en yakın küme merkezlerine yerleştirilmesiyle gerçekleştirilir. Kümeleme işleminin başarısını küme içi benzerliğin maksimum, kümeler arası benzerliğin minimum olması belirler. Başka bir ifadeyle küme içindeki nesneler birbirine en yakın, kümeler birbirinden en uzak şekilde yerleşmelidir. İlk küme merkezlerinin belirlenmesinde kullanılan teknikler şunlardır [19]:

- k tane küme için k tane rastgele veri, küme merkezi olarak seçilir.
- Veri setindeki tüm veriler k kümeye yerleştirilir ve kümelerin ortalamaları ilk küme merkezlerini oluşturur.
- En uç veriler küme merkezleri olarak seçilir,

- Veri setinin merkezi belirlenir ve bu merkeze en yakın k tane nokta ilk küme merkezleri olarak seçilir.

K-Means algoritmasının işlem adımları şu şekildedir [20]:

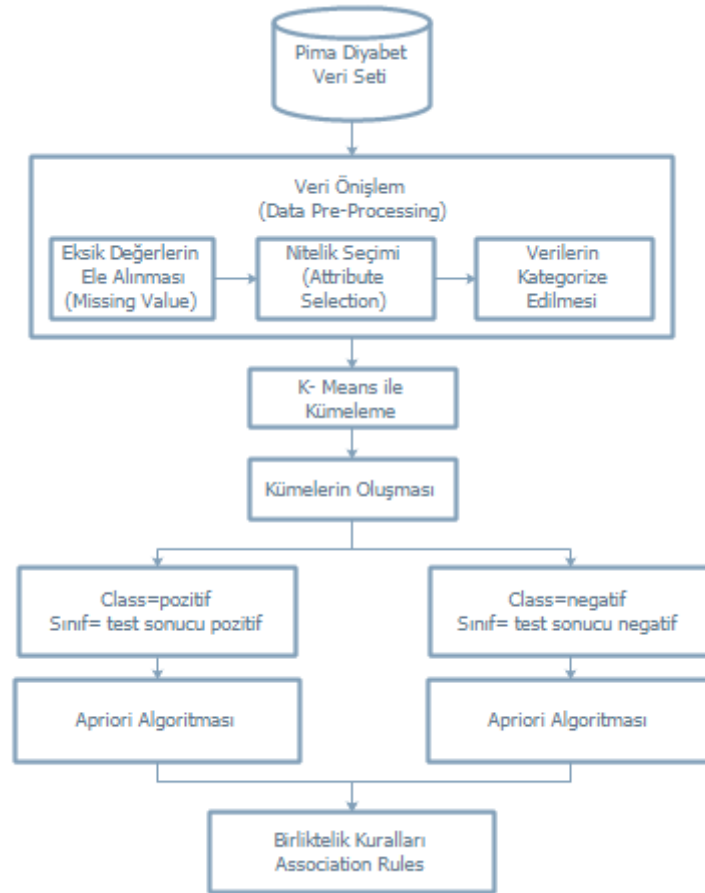
- 1- Adım: İlk küme merkezleri belirlenir.
- 2- Adım: Her kaydın k tane küme merkezine olan uzaklığı hesaplanarak, bu uzaklıklara göre tüm kayıtlar k tane kümeden kendilerine en yakın olan kümelere yerleştirilir,

3- Adım: Bu yerleştirme sonucunda oluşan kümelerin yeni merkez noktaları o kümeye yerleşen tüm nesnelerin ortalama değeri ile yeniden hesaplanır,

4- Adım: Merkez noktalar değişmeyinceye kadar 2. ve 3. adımlar tekrarlanır.

4.Önerilen Model –Uygulama ve Sonuçlar

A. Önerilen Model



Şekil 1. Önerilen Modelin Akış Diyagramı

Modelde ilk olarak veri setine ön işlem uygulanmaktadır. Veri ön işlem aşaması ayrıntılı olarak aşağıda yer almaktadır.

Veri ön işlemden sonra analize hazır hale gelen veri üzerinde K-Means kümeleme algoritması uygulanmıştır. Bu işlem

sonucunda oluşan kümelere ayrı ayrı Apriori Algoritması uygulanarak oluşan birliktelik kuralları değerlendirilmiştir. İlk aşama veri ön işlem (data preprocessing) aşamasıdır.

Veri Önışlem

Veriler veri madenciliği algoritmaları uygulanmasından önce analize hazır hale gelmek için önışleme sürecinden geçer. Yapılan önışleme süreci eksik değerlerin ele alınması (handling missing values), nitelik tanımlanması ve seçimi (attribute identification and selection) ve nümerik verilerin kategorize edilmesi işlemlerini içermektedir.

“0”- (missing value) olan giriş değerlerinin tüm nitelikler için sayıları aşağıda gösterilmiştir [21]:

- Pergnant:110
- Plasma-Glucose :5
- Diastolic BP: 35
- Triceps SFT: 227
- Serum-Insulin:374
- BMI:11
- DPF:0
- Age:0
- Class:0

Bu çalışmada “0” girişli veriler yani eksik değerli veriler şu şekilde ele alınmıştır.

- Nitelik Pregnant’ın 0 girişli kayıtları için→ gerçek değer olduğundan yani gebelik sayısını verdiğiinden herhangi bir işlem yapılmamıştır.
- Nitelik Plasma-Glucose, Dastolic BP, BMI’in 0 girişli kayıtları için → sayıları az olduğundan kayılar silinmiştir.
- Nitelik Triceps SFT ve Serum-Insulin in 0 girişli kayıtları için→ sayıları 227 ve 374 sayıları çok fazladır. Bu kayıtların veri setten silinemeyecek kadar çok olmasından dolayı medikal uzmana da danışılarak bu nitelikler bir sonraki adıma dahil edilmemişlerdir.

Eksik değerlerin ele alınmasından sonra veri set 725 hasta kaydı ile 7 nitelikten: Pergnant, Plasma-Glucose, Diastolic BP, BMI, DPF, Age, Class oluşmaktadır. Ön işlemin son kısmında nümerik veriler medikal uzman görüşlerine ve aşağıdaki gösterilen kaynaklara göre kategorize edilmiştir. Her bir niteliğin hangi aralıklarda kategorize edildiği Tablo 4’te özetlenmiştir.

Tablo 2. Kategorize Edilen Veri Seti Değer Aralıkları

Nitelik	Kategoriler	Kaynak
Pregnant	low (<2), medium (2,3,4,5), high (>=6)	[21]
Plasma-Glucose	low (<95), medium (95-140), high (>140)	[21]
Diastolic BP	normal (<80), normal-to-high (80-90), high (>90)	[21]
BMI	low (<24.9), normal (25-29.9), obese (30-34.9), severely-obese (>35)	[21]
DPF	low (<0.42), medium (0.42-0.82), high (>0.82)	[22]
Age	young (20-39), medium (40-59), 60 plus (high)	[8]

B. Uygulama ve Sonuçlar

Veri önışlemden geçen veriler analiz için hazır duruma gelmiştir. Bundan sonra veriler üzerinde K-Means kümeleme

algoritması uygulanmıştır. Kümeleme algoritmasının sonucu ve oluşan kümeler Tablo 3 ve Şekil 2’de gösterilmiştir.

Tablo 3. K-Means Kümeleme Sınıfları

	Kümelenmiş Örnek Sayısı	Yüzde
Cluster 0 <-- negative	574	79%
Cluster 1 <-- positive	150	21%

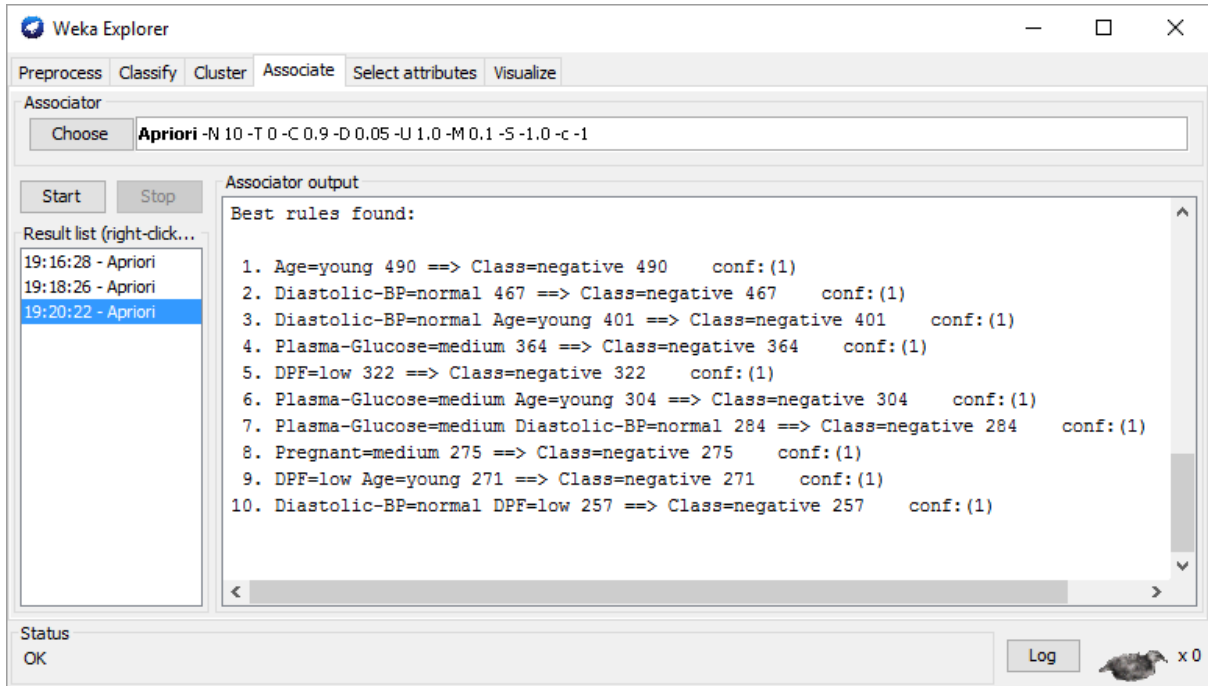
K- Means ile kümelenen verilerin %79’u diyabet test sonucu negatif olan kümeye %21’i diyabet test sonucu pozitif olan kümelere atanmıştır. Niteliklerden Plasma-Glucose ve Class niteliklerinin dağılımı da

aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. Şekil 2’de Plasma-Glucose niteliğinin low-medium ve high seviyelerinin negative ve positive sınıflarında nasıl kümelendikleri ayrı renk ve şekillerle ifade edilmiştir.

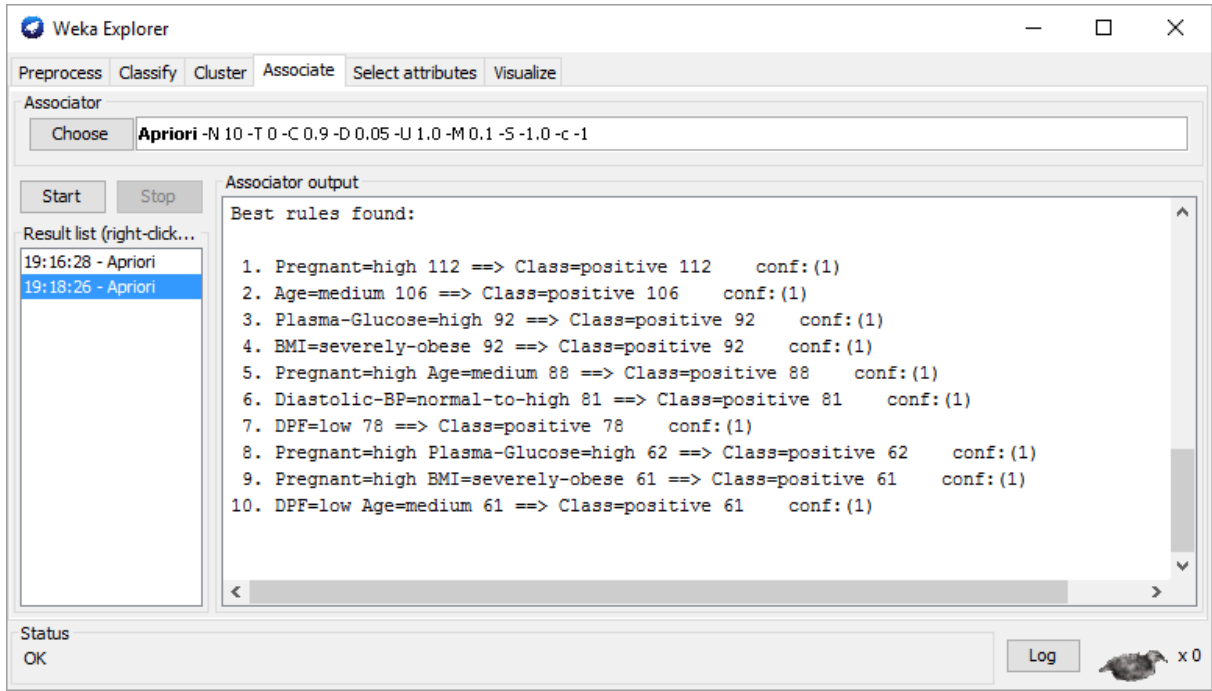


Şekil 2. Küme Formlarının Görüntüsü

Bu işlemten sonra oluşan kümeler üzerinde Apriori uygulanarak diyabet test sonucu pozitif ve negatif olan kümeler için oluşan birliktelik kuralları Şekil 3 ve 4'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Negative Sınıfı İçin Üretilen En İyi Kurallar



Şekil 4. Positive Sınıfı İçin Üretilen En İyi Kurallar

Şekil 3 ve 4'te Apriori algoritmasıyla veri set içindeki nitelikler arasındaki ilişkiler güven değerine göre sıralanmış bir şekilde görülmektedir.

Bu hibrid yaklaşım Kümeleme Algoritması (K-Means) ve Birliktelik Kuralları Algoritması (Apriori) birlikte kullanarak Tip 2 diyabet hastaları için iki aşamalı bir sağlık analizi sunmaktadır.

Burada kullanılan algoritmalar değiştirilerek yeni hibrid modeller geliştirilebilir. Gelecekte bu uygulama, başka veri türleri üzerine de uygulanabilir. Dünya'da ve ülkemizde çok fazla bireyde görülen diyabet hastaları için tedavi ve hastalığın seyrinde doktorlara kolaylık sağlanabilir.

5. Kaynaklar

- [1] Lakso M.: Epidemiology And Diagnosis Of Type 2 Diabetes. In: Goldstein BJ Müller Wieland D, Eds. Textbook Of Type 2 Diabetes. New York: Martin Dunitz Taylor&Francis Group; 2003. P. 1-12.
- [2] International Diabetes Federation, World Diabetes Foundation. Diabetes Atlas. 2nd Ed. Brussels: International Diabetes Federation Publ.; 2003
- [3] Williams R.: Public Health Problems Of Diabetes Mellitus And Its Cost To The Community. In: Williams G, Pickup J, Eds. Textbook Of Diabetes. 2nd Ed. Vol. I. Cambridge: Blackwell Sci; 1997. Ch. 4.1-4.4.

- [4] “Harrison İç Hastalıkları Cilt 2”, Bölüm 333 Diabetes Mellitus Syf: 2109-2137, (2004)
- [5] Aljumah, Abdullah A., Mohammed Gulam Ahamad, and Mohammad Khubeb Siddiqui. "Application of data mining: Diabetes health care in young and old patients." *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences* 25.2 (2013): 127-136.
- [6] Han, Jianchao, Juan C. Rodriguez, and Mohsen Beheshti. "Diabetes data analysis and prediction model discovery using rapidminer." *2008 Second International Conference on Future Generation Communication and Networking*. Vol. 3. IEEE, 2008.
- [7] Toussi, Massoud, et al. "Using data mining techniques to explore physicians' therapeutic decisions when clinical guidelines do not provide recommendations: methods and example for type 2 diabetes." *BMC medical informatics and decision making* 9.1 (2009): 1.
- [8] Patil, B.M.; Joshi, R.C.; Toshniwal, D.; , "Association Rule for Classification of Type-2 Diabetic Patients," *Machine Learning and Computing (ICMLC)*, 2010 Second International Conference on , vol., no., pp.330-334, 9-11 Feb. 2010
- [9] Li, Dingcheng, et al. "Using association rule mining for phenotype extraction from electronic health records." *AMIA Summits on Translational Science Proceedings 2013* (2013): 142.
- [10] Chauhan, Ritu, Harleen Kaur, and M. Afshar Alam. "Data clustering method for discovering clusters in spatial cancer databases." *International Journal of Computer Applications* (0975–8887) Volume (2010).]
- [11] Pankaj Saxena, Sushma Lehri. “Analysis Of Various Clustering Algorithms Of Data Mining On Health Informatics.” *International Journal of Computer & Communication Technology* ISSN (PRINT): 0975 - 7449, Volume-4, Issue-2, 2013
- [12] Hussan, B.M.. Data Mining based Prediction of Medical data Using K-means algorithm. *Basrah Journal of Science (A)*. Vol.30(1),pp. 46-56 (2012)
- [13] Pandey, Atul Kumar, et al. "DataMining Clustering Techniques in the Prediction of Heart Disease using Attribute Selection Method." *heart disease* 14 (2013): 16-17.
- [14] <http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets> (Son erişim: 30.05.2016)
- [15]Özçakır, F.C.: “Müşteri İşlemlerindeki Birlikteliklerin

Belirlenmesinde Veri Madenciliği Uygulaması” Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. 2006,

[16] Lekha, A., C. V. Srikrishna, and Viji Vinod. "Utility of association rule mining: A case study using Weka tool." Emerging Trends in VLSI, Embedded System, Nano Electronics and Telecommunication System (ICEVENT), 2013 International Conference on. IEEE, 2013.

[17] Piatetsky-Shapiro, G. (1991), Discovery, analysis, and presentation of strong rules, in G. Piatetsky-Shapiro & W. 1.Frawley, eds, Knowledge Discovery in Databases, AAAIIMTT Press, Cambridge, MA.

[18] A Tutorial on Clustering Algorithms, http://home.dei.polimi.it/matteucc/Clustering/tutorial_html/kmeans.html (Son erişim:19.11.2012)

[19] Renals, S.: “k-means Clustering”, <http://www.inf.ed.ac.uk/teaching/courses/inf2b/labs/matlab-lab2.pdf>(Son erişim: 30.07.2009).

[20] Berkhin,P. : “Survey of Clustering Data Mining Techniques.”, Accrue Software Inc., San Jose,California,USA (2002)

[21] Al Jarullah, Asma A. "Decision tree discovery for the diagnosis of type II diabetes." Innovations in Information

Technology (IIT), 2011 International Conference on. IEEE, 2011.

[22] Jianchao Han; Rodriguez, J.C.; Beheshti, M.; , "Diabetes Data Analysis and Prediction Model Discovery Using RapidMiner," Future Generation Communication and Networking, 2008. FGCN '08. Second International Conference on , vol.3, no., pp.96-99, 13-15 Dec. 2008

Veri Madenciliği Tekniklerinden Sınıflandırma Kullanılarak Tip 2 Diyabet Tanısı

Tuba Pala¹

¹*Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği
Bölümü
Fen Bilimleri Enstitüsü
Düzce Üniversitesi, DÜZCE
tubapala@duzce.edu.tr*

İbrahim Yücedağ²

²*Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
Teknoloji Fakültesi
Düzce Üniversitesi, DÜZCE
ibrahimyucedag@duzce.edu.tr*

Özet

Etkili tıbbi (medikal) tanı koymak için tıbbi veritabanları üzerinde yapılan veri madenciliği çalışmaları oldukça önemlidir. Veri madenciliğinin amacı veri tabanlarında saklanan yararlı bilgi, temiz ve anlaşılır örüntüler çıkarmaktır. Bu çalışmada, hastaların diyabet olma olasılıkları karar ağaçları (decision tree) yöntemi kullanılarak tahmin edilmiştir. Tıbbi alanda kullanılan veri madenciliği daha doğru hastalık teşhisi için doktorlara yardımcı olacaktır. Diyabet veri seti (Pima Indians Diabetes Data Set) UCI'nın sitesinden alınmıştır. (UC-Irvine archive of machine learning datasets) [1]. Bu veri set, Tip 2 diyabet hastaları hakkında istatistiksel önem taşıyan bilgiler içerir. Sayısal veriler üzerinde karar ağaçları modeli oluşturmak için yeni bir yaklaşım sunulmuştur. Sürekli değerlere sahip nitelikler belli aralıklarda kategorize edilmişlerdir. Aralıkların belirlenmesinde medikal uzman bilgilerinden ve kaynak olarak verilen makalelerden faydalanılmıştır. Uzmanın önerdiği ve kaynak makalelerden derlenen bilgiler veri

setin nitelikleri üzerinde uygulanmıştır. Bu çalışma iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşama veri ön işlemdir (data preprocessing). Bu aşama eksik değerlerin ele alınması (handling missing values), nitelik tanımlanması ve seçimi (attribute identification and selection) ve nümerik verilerin kategorize edilmesi işlemlerini içermektedir. İkinci aşamada karar ağaçları yöntemi kullanılarak diyabet tahmin modeli önerilmiştir. Modelin uygulaması WEKA veri madenciliği programıyla gerçekleştirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Veri Madenciliği, Sınıflandırma, Karar Ağaçları, Diyabet Veri Seti, Tıbbi Tanı

Classification of Diagnosis of Type 2 Diabetes Using Data Mining Techniques

Abstract

Data mining studies carried out on medical databases are very important in order to make an effective medical diagnosis. The purpose of data mining is to extract knowledge stored useful information and clear and understandable patterns from the databases. In this study, probability that the

patient has diabetes was predicted using the method of decision trees. Used data mining in the medical field will help doctors to the more accurately disease diagnoses. Diabetes dataset (Pima Indians Diabetes Dataset) obtained from the UCI website. (UC-Irvine archive of machine learning datasets) [1]. This data set includes information carrying statistical significance about type-2 diabetes patients. A new approach is presented to generate decision trees model on numerical data. Continuous valued attributes were categorized at regular intervals. To identification of regular has benefited from information of physician and source articles. The information suggested by physician and information compiled from the source article were applied on the attribute of the data sets. This study consists of two phases. The first phase is data preprocessing. This phase includes handling missing values, attribute identification and selection, the process of being categorized numerical data. Diabetes prediction model construction using the decision tree method has been suggested in the second phase. Application of model was carried out by WEKA data mining program.

Keywords: Data Mining, Classification, Decision Tree, Pima Diabetes Data Set, Medical Diagnosis

1.Giriş

Diyabet (şeker hastalığı) kan şekeri yüksekliği ile kendisini gösteren metabolik bir hastalıktır. İnsülin hormonunun eksikliği veya etkisizliği sonucu oluşur ve kronik seyreder. İnsülin, pankreastan salgılanan bir hormon olup kandaki glukozun (şekerin) dokular tarafından kullanılabilmesini sağlar. İnsülin olmadan, dokular alınan yiyecekleri istenilen şekilde kullanamaz ve kanda şeker yükselir. İnsülin hormonu tamamen eksikse bu diyabete “Tip 1 diyabet (insüline bağımlı diyabet)” denir. Pankreas beta hücrelerini harap eden genetik, çevresel ve immünolojik faktörlerin etkileri sonucu gelişir [2]. Genellikle çocuk veya genç yaştaki hastalarda görülür.

Vücutta insülin hormonu var ama miktarı azsa veya dokularda insüline karşı direnç varsa, bu diyabete de “Tip 2 diyabet” denir. Tip 2 diyabet erişkin toplumda en yaygın görülen metabolizma hastalığıdır. Gelişmiş ülkelerde toplumun %5-10’u Tip 2 diyabetlidir [3]. Genel olarak orta yaş hastalığı olarak kabul edilmekle beraber, son yıllarda daha genç yaşlarda Tip 2 diyabet görülmeye başlamıştır [4].

Tip 1 diyabetli hastalar yaşam boyu insülin kullanmak zorundadırlar. Tip 2 diyabetli hastalar ise diyet, egzersiz ve ağızdan alınan ilaçlarla tedavi edilebilir. Gerekirse hastalığın ilerleyen dönemlerinde insülin

kullanabilirler. Kronik komplikasyonları nedeniyle diyabetin ulusal sağlık bütçeleri üzerindeki ekonomik yükü oldukça fazladır [5]. Bu metabolik düzensizlik birçok organda değişikliklere neden olur ve diyabetik bireyler sağlık sisteminde önemli bir yer tutar. Diyabet dünya çapında artan sayısı ile muhtemelen gelecekte de en önemli hastalık ve ölüm nedeni olmaya devam edecektir [6]. Sağlık bilgi sistemleri, tıbbi kararlar konusunda doktorlara yardımcı olmak amacıyla araştırma ve analiz için veri tabanlarından bilgi çıkarma eğilimindedir. Hastanelerde depolanan bilgi günden güne artmakta ve bu verilerden faydalı bilginin çıkarımı da daha zor hale gelmektedir. Geleneksel analiz yöntemleri bilgisayar tabanlı analiz yöntemleri yanında zayıf kalmışlardır. Tıbbi alanda kullanılan veri madenciliği daha doğru hastalık teşhisi için doktorlara yardımcı olacaktır. Son zamanlarda diyabetli hasta sayısının artması gelecekte de muhtemelen en önemli hastalık ve ölüm nedeni olması sebebiyle bu çalışmada kullanılacak veri setinin seçiminde etkili olmuştur.

Literatürde diyabet tanısının veri madenciliği teknikleriyle tahmin edilmeye çalışıldığı pek çok çalışma mevcuttur. Aljumah ve ark. [7a] farklı yaş grupları için farklı tedavi modlarının etkinliğini analiz eden bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada yaşlı ve genç yaş grupları arasındaki altı farklı

tedavi modu ve etkileri karşılaştırılmıştır. İlaç tedavisi her iki grup için de etkindir. Ancak yaşlı gruplarda genç gruplara göre etkin olduğu görülmüştür. Han J. ve ark. [8a] Rapid Miner veri madenciliği programı ile diyabet verilerini analiz eden diyabet tahmin modeli önermişlerdir. Çalışma [9a] ile tıbbi alanda öneriler sunulmadığında bilgi açısından oluşabilecek eksiklerin tanımlanması ve doktorları tedaviye karar vermesinde oluşan eksikliklerin boşlukların veri madenciliği teknikleriyle doldurulması amaçlanmıştır. Bu amaçla Tip 2 diyabet verilerine C5.0 karar ağaçları algoritması uygulanarak 27 kural çıkarılmıştır.

2.Önerilen Model -Yöntem

A) Veri Seti

Bu çalışmada kullanılan veri seti, National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases tarafından 1990'da oluşturulan diyabet veri setidir [1]. Veri Tip 2 diyabet hastalarına ait önemli bilgileri verileri içerir. Diyabet veri seti bilimsel çalışmalar için ulaşılabilir bir veri settir. Pek çok çalışmada, bu veri setinden faydalanılmıştır. Tablo 1'de veri seti kısaca özetlenmiştir.

Tablo 1. Pima Diyabet Veri Setinin Tanımlanması

Veriset	Nitelik Sayısı	Hasta Sayısı (Örneklem)
Pima diyabet veri seti	9	768

Detaylı tanımlaması Tablo 2’de görülen Diyabet veri seti 768 hasta kaydından ve 9 nitelikten oluşmaktadır. Text veri formatı şeklinde alınan verilerin anlamları Tablo 2’de açıklanmaktadır.

Tablo 2. Pima Diyabet Veri Seti Nitelikleri

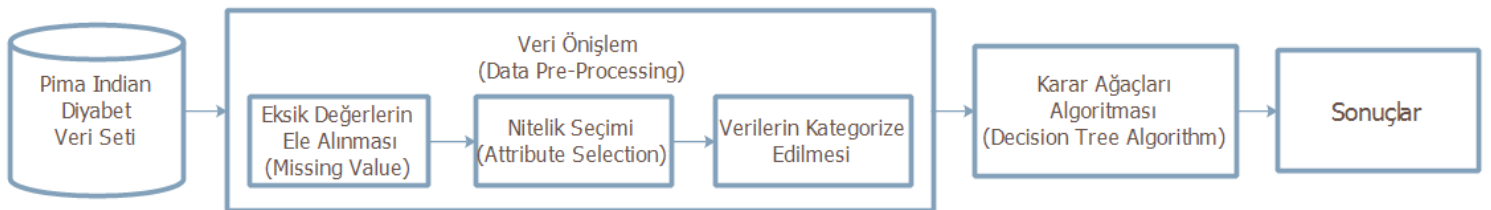
No	Veri sette Nitelik Adı	Nitelik Adı	Nitelik Tanımı
1	Pregnant	Gebelik sayısı	Nümerik değerler
2	Plasma-Glucose	Plazma glikoz konsantrasyonu	Oral glikoz tolerans testinde 2. saat glikoz konsantrasyonu
3	Diastolic BP	Diastolik kan basıncı	Diastolik kan basıncı (mm Hg)
4	Tciceps SFT	Triceps cilt kalınlığı (mm)	Triceps cilt kalınlığı (mm)
5	Serum-Insulin	2. saat serum insulin	İnsulin (mu U/ml)
6	BMI	Vücut kitle indeksi	Ağırlık (kg)/ Uzunluk (m)^2)
7	DPF	Diyabet aile öyküsü	Aile yakınlık derecesi
8	Age	Yaş	Yaş
9	Class	Sınıf	1 - diyabet test sonucu pozitif 0 - diyabet test sonucu negatif

Tablo 3’te bağımlı değişken olan sınıf (Class) niteliğinin dağılımı yer almaktadır.

Tablo 3. Sınıf (Class) Niteliğinin Dağılımı

Sınıf Değeri	Frekans (veri sayısı)	Yüzde (%)
0 - diyabet test sonucu negatif	500	65.1041
1 - diyabet test sonucu pozitif	268	34.8959
Toplam	768	100.00

B) Önerilen Model



Şekil 1. Önerilen Yaklaşımın Akış Diyagramı

İlk aşama veri ön işleme (data preprocessing) aşamasıdır.

Veri Önışlem

Veriler karar ağaçları algoritmasının uygulanmasından önce analize hazır hale gelmek için önışleme sürecinden geçer. Yapılan önışleme sürecinde sırasıyla; eksik değerlerin ele alınması (handling missing values), nitelik tanımlanması ve seçimi (attribute identification and selection) ve nümerik verilerin kategorize edilmesi işlemlerini içermektedir.

“0”- (missing value) olan giriş değerlerinin tüm nitelikler için sayıları aşağıda gösterilmiştir [10]:

- Pergnant:110
- Plasma-Glucose :5
- Diastolic BP: 35
- Triceps SFT: 227
- Serum-Insulin:374
- BMI:11
- DPF:0
- Age:0
- Class:0

Bu çalışmada “0” girişli veriler yani eksik değerli veriler şu şekilde ele alınmıştır.

- Nitelik Pregnant’ın 0 girişli kayıtları için→ gerçek değer

olduğundan yani gebelik sayısını verdiğinden herhangi bir işlem yapılmamıştır.

- Nitelik Plasma-Glucose, Dastolic BP, BMI’in 0 girişli kayıtları için → sayıları az olduğundan kayılar silinmiştir.
- Nitelik Triceps SFT ve Serum-Insulin’in 0 girişli kayıtları için→ sayıları 227 ve 374 sayıları çok fazladır. Bu kayıtların veri setten silinemeyecek kadar çok olmasından dolayı medikal uzmana da danışılarak bu nitelikler bir sonraki adıma dahil edilmemişlerdir.

Eksik değerlerin ele alınmasından sonra veri set 725 hasta kaydı ile 7 nitelikten: Pergnant, Plasma-Glucose, Diastolic BP, BMI, DPF, Age, Class oluşmaktadır. Ön işlemin son kısmında nümerik veriler medikal uzman görüşlerine ve aşağıdaki gösterilen kaynaklara göre kategorize edilmiştir. Her bir niteliğin hangi aralıklarda kategorize edildiği Tablo 4’te özetlenmiştir.

Tablo 4. Kategorize Edilen Veri Seti Değer Aralıkları

Nitelik	Kategoriler	Kaynak
Pregnant	low (<2), medium (2,3,4,5), high (>=6)	[10]
Plasma-Glucose	low (<95), medium (95-140), high (>140)	[10]
Diastolic BP	normal (<80), normal-to-high (80-90),high (>90)	[10]
BMI	low (<24.9), normal (25-29.9), obese (30-34.9), severely-obese (>35)	[10]
DPF	low (<0.42), medium (0.42-0.82), high (>0.82)	[11]
Age	young (20–39), medium (40–59), 60 plus (high)	[12]

Medikal uzman görüşlerine ve kaynaklara göre kategorize edilen veri setinden örnek gösterilmektedir.

Relation: pima_diabetes							
No.	Pregnant Nominal	Plasma-Glucose Nominal	Diastolic-BP Nominal	BMI Nominal	DPF Nominal	Age Nominal	Class Nominal
1	high	high	normal	obese	medium	medium	positive
2	low	low	normal	normal	low	young	negative
3	high	high	normal	low	medium	young	positive
4	low	low	normal	normal	low	young	negative
5	low	medium	normal	sever...	high	young	positive
6	medium	medium	normal	normal	low	young	negative
7	medium	low	normal	obese	low	young	positive
8	medium	high	normal	obese	low	medium	positive
9	medium	medium	high	sever...	low	young	negative
10	high	high	normal	sever...	medium	young	positive
11	high	medium	normal-to-...	normal	high	medium	negative
12	low	high	normal	obese	low	medium	positive
13	medium	high	normal	normal	medium	medium	positive
14	low	medium	normal-to-...	sever...	medium	young	positive
15	high	medium	normal	normal	low	young	positive
16	low	medium	normal	sever...	low	young	negative
17	low	medium	normal	obese	medium	young	positive
18	medium	medium	normal-to-...	sever...	medium	young	negative
19	high	medium	normal-to-...	sever...	low	medium	negative
20	high	high	normal-to-...	sever...	medium	medium	positive
21	high	medium	normal-to-...	normal	low	young	positive
22	high	high	high	sever...	low	medium	positive
23	high	medium	normal	obese	low	medium	positive
24	high	high	normal	sever...	low	medium	positive

Şekil 2. Kategorize Edilen Veri Örneği

C) Karar Ağaçları (Decision Tree) Algoritması

Karar Ağaçları en popüler sınıflandırma tekniklerinden biri olarak kabul edilir. Karar ağaçları bir ağaç ve kurallar kümesi üreten bir sınıflandırma programıdır. Belirli bir veri kümesi için farklı sınıfların modelini temsil eder. Sınıflandırma modeli oluşturmak için veriler test seti ve eğitim

seti olarak iki alt veri setine ayrılmıştır [13]. Eğitim (training) verileri adından da anlaşılacağı üzere öğrenme işleminin gerçekleştirilerek, sınıflandırma kurallarının oluşturulmasında kullanılır. Test verileri ise oluşturulan sınıflandırma kurallarının denenmesi ve algoritma başarısının belirlenmesinde kullanılır. Karar ağaçları algoritması, test verisini ya

da yeni verilerin, oluşan bu kurallar doğrultusunda sınıflandırılmasını sağlar. Diğer veri madenciliği yöntemlerine göre birçok avantajı vardır. İnsanlar tarafından yorumlanabilir, açık, yapısal, iyi organize edilmiş ve gürültülü verilerde de uygulanabilirdir [13]. Öğrenilmiş kurallar insanların daha kolay okuyup yorumlayabilmesini sağlamak için if-then kuralları şeklinde düzenlenip sunulabilir. Karar ağaçları öğrenme yöntemi tümevarımsal çıkarım algoritmaları içinde popüler olanlar arasındadır ve çok geniş bir alana başarılı bir şekilde uygulanmıştır. Tıbbi tanı koymada yapılmış çok çalışma vardır [7,8,9,14].

Karar ağaçları genellikle tekrarlayan bölümler şeklinde oluşur. Bazı kriterler (örneğin gain ratio, gini index) kullanılarak seçilen ağacın kökü tek niteliktir ve ayrılır. Seçilen bu nitelik test edilerek bölünür ve her çocuk için bu işlemler tekrar eder. Böylece tüm ağaç yapısı elde edilir. Ağaç oluştuktan sonra budama işlemi uygulanabilir [15].

Karar ağacı algoritması aşağıdaki gibidir [16];

1- Ağaç, eğitim verilerinin tek bir düğüm ile temsil edilmesiyle başlar.

2- Eğer bütün veriler aynı sınıftansa, bu düğüm bir yaprak haline gelir ve bu sınıfın adını alır.

3- Aksi takdirde, algoritma entropi tabanlı bir ölçüm kullanarak nitelik-listesinden verileri farklı sınıflara en iyi şekilde ayıracak olan ve bilgi kazancı en yüksek olan niteliği seçer ve o düğümdeki bu nitelik, “test” veya “karar” niteliği olarak adlandırılır. Algoritmanın bu kısmında tüm nitelikler kategorik olmalıdır. Sürekli olarak tanımlanmış değerler birbirinden ayrılmalı ve kategorik hale getirilmelidir.

4- Test niteliğinin her bilinen değeri için bir dal oluşturulur ve tüm veriler buna göre dallara ayrılır.

5- Algoritma bir karar ağacı oluşturmak için her bölümdeki tüm verilere aynı işlemi uygular.

6- Tekrarlı bölümlenme aşağıdaki herhangi bir koşul sağlandıysa durur:

a- Verilen düğümdeki bütün veriler aynı sınıfa aitse

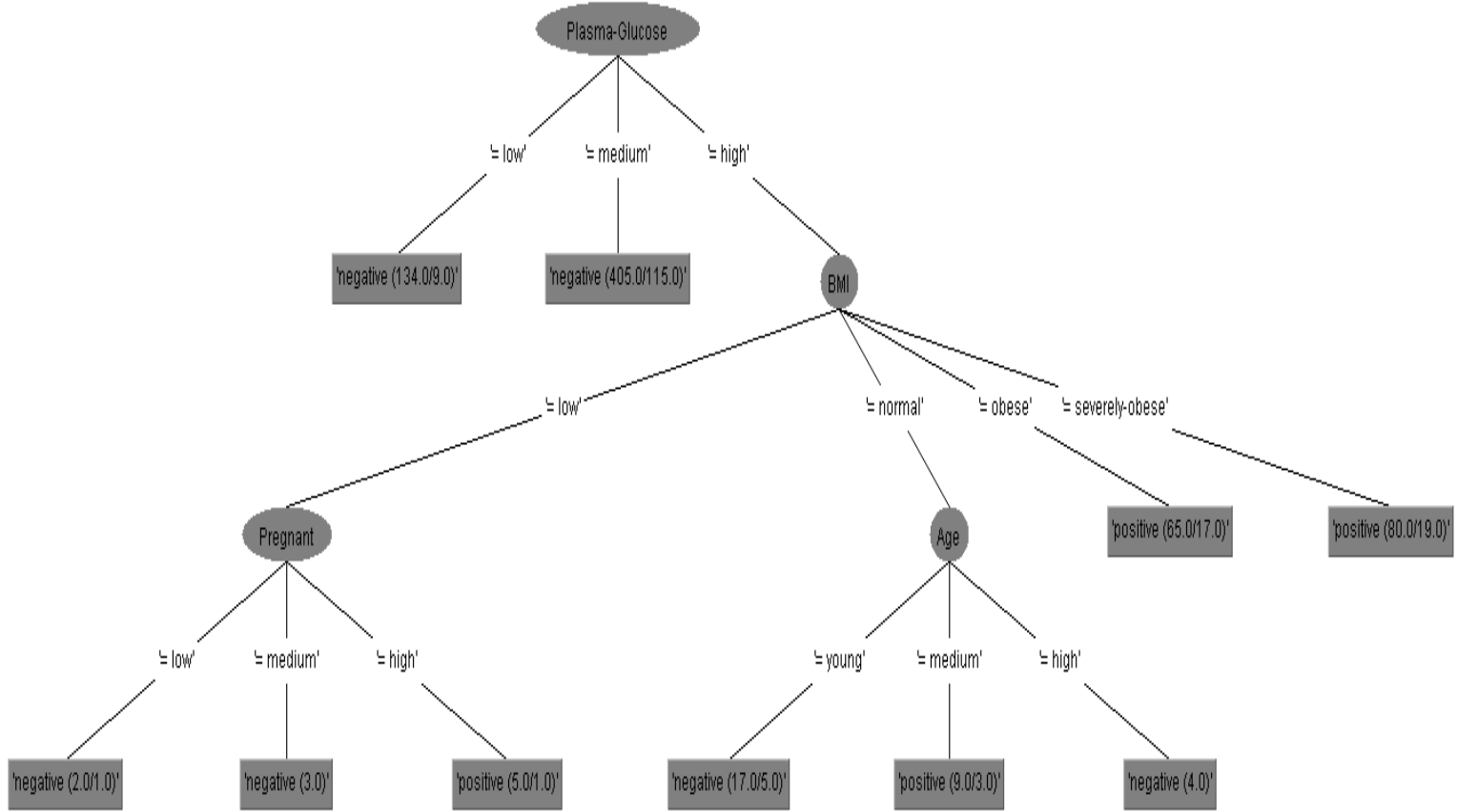
b- Verilerde bölümlenecek daha fazla nitelik kalmamışsa. Bu durumda çoğunluk oylaması yapılır. Bu basamak bir düğümü yaprağa dönüştürür ve örnekler içindeki çoğunluklu sınıfla etiketlenir.

3. Sonuç ve Değerlendirme

Weka'daki J48 algoritması uygulandığında

oluşan karar ağacı yapısı ve kurallar Şekil 3'te gösterilmiştir.

Şekil 3. Diyabet Veri Seti Kullanılarak Oluşturulan Karar Ağacı Yapısı



Model başarısını değerlendirirken hata oranı, kesinlik, duyarlılık, F-ölçütü ve ROC alanı kavramları kullanılabilir. Modelin başarısı, doğru sınıfa atanan örnek sayısı ve yanlış sınıfa atanan örnek sayısı ile ifade edilir. Model başarımının değerlendirilmesinde en çok kullanılan, basit ve belirleyici ölçüt, modelin doğruluk değeridir. Doğruluk değeri, doğru sınıflandırılmış örnek sayısının (TP + TN), toplam örnek sayısına (TP+TN+FP+FN) oranı şeklinde ifade edilir [17].

Doğruluk(Accuracy)

$$= \frac{TP + TN}{TP + FP + FN + TN} \quad (1)$$

TP ve TN değerleri doğru sınıflandırılmış örnek sayısıdır. False Pozitif (FP), aslında 0 (negatif) sınıftayken 1 (pozitif) olarak tahminlenmiş örneklerin sayısıdır. False Negative (FN) ise 1 (pozitif) sınıftayken 0 (negatif) olarak tahminlenmiş örneklerin sayısını ifade eder [17].

Oluşturulan modeller karşılaştırılırken bu çalışmada doğruluk (accuracy) değeri kullanılmıştır.

Test Yöntemi:

- “10-kat çapraz doğrulama” (10 fold cross-validation) metodu
- Yüzde Ayırma (percentage split) metodu

Algoritmaları çalıştırırken test yöntemi olarak “10-kat çapraz doğrulama” (10 fold cross-validation) metodu ve yüzde ayırma (percentage split) metodu kullanılmıştır. “10-kat çapraz doğrulama” yöntemiyle öncelikle veri seti 10 bölüme ayrılır. Sonra her bölüm bir kez test verisi, kalan diğer 9 bölüm öğrenme verisi olarak kullanılır. 10 bölüm için uygulanan testlerin ortalama

başarısı ise genel başarıyı yani uygulanacak olan yöntemin başarısını gösterecektir.

Yüzde Ayırma (percentage split) yöntemiyle veri set rastgele olarak belirlenen oranlarda eğitim ve test verisi olarak ayrılır. Eğitim (training) verileri adından da anlaşılacağı üzere öğrenme işleminin gerçekleştirilerek, sınıflandırma kurallarının oluşturulmasında kullanılır. Test verileri ise oluşturulan sınıflandırma kurallarının denenmesi ve algoritma başarısının belirlenmesinde kullanılır.

Bu değerlendirme ölçütlerine göre sonuçlar tablo halinde aşağıdaki gibi verilmiştir.

Tablo 5. Karar Ağaçları Algoritması Sonuçları

	Doğruluk (Accuracy)
10-kat çapraz doğrulama (10-fold cross-validation)	73.2044 %
Yüzde Ayırma (split percentage 80.0% train, %20 test)	75.8621 %

Doğruluk değerleri karşılaştırıldığında Yüzde Ayırma yönteminin 10 kat çapraz doğrulama yöntemine göre daha başarılı sonuç verdiği görülmüştür.

Tıbbi veri üzerinde (decision making) karar vermede sınıflandırma, teşhis, tanı vb alanlarda pek çok durum vardır ve karar verme etkili ve güvenilir bir şekilde yapılmalıdır. Karar ağaçları algoritması karar vermede etkili ve güvenilir bir tekniktir. Sınıflandırılan verilerin sunumunu yüksek sınıflandırma doğruluğu

ile sağlar. Medikal alanda karar verme pek çok açıdan uygulayıcılara kolaylık ve destek sağlayacaktır.

4. Kaynaklar

- [1] <http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets> (Son erişim: 30.05.2016)
- [2] <http://www.temd.org.tr/> (Son erişim: 09.11.2012)
- [3] Lakso M.: Epidemiology And Diagnosis Of Type 2 Diabetes.In:Goldstein

BJ Müller Wieland D, Eds. Testbook Of Type 2 Diabetes. New York: Martin Dunitz Taylor&Francs Group; 2003. P. 1-12.

[4] Intenational Diabetes Federation, World Diabetes Foundation. Diabetes Atlas. 2nd Ed. Brussels: International Diabetes Federation Publ.; 2003

[5] Williams R.: Public Health Problems Of Diabetes Mellitus And Its Cost To The Community. In: Williams G, Pickup J, Eds. Textbook Of Diabetes. 2nd Ed. Vol. I. Cambridge: Blackwell Sci; 1997. Ch. 4.1-4.4.

[6] "Harrison İç Hastalıkları Cilt 2", Bölüm 333 Diabetes Mellitus Syf: 2109-2137, (2004)

[7] Aljumah, Abdullah A., Mohammed Gulam Ahamad, and Mohammad Khubeb Siddiqui. "Application of data mining: Diabetes health care in young and old patients." Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences 25.2 (2013): 127-136.

[8] Han, Jianchao, Juan C. Rodriguez, and Mohsen Beheshti. "Diabetes data analysis and prediction model discovery using rapidminer." 2008 Second International Conference on Future Generation Communication and Networking. Vol. 3. IEEE, 2008.

[9] Toussi, Massoud, et al. "Using data mining techniques to explore physicians' therapeutic decisions when clinical guidelines do not provide recommendations: methods and example for type 2 diabetes." BMC medical informatics and decision making 9.1 (2009): 1.

[10] Al Jarullah, Asma A. "Decision tree discovery for the diagnosis of type II diabetes." Innovations in Information Technology (IIT), 2011 International Conference on. IEEE, 2011.

[11] Jianchao Han; Rodriguez, J.C.; Beheshti, M.; , "Diabetes Data Analysis and Prediction Model Discovery Using RapidMiner," Future Generation Communication and Networking, 2008. FGCN '08. Second International Conference on , vol.3, no., pp.96-99, 13-15 Dec. 2008

[12] Patil, B.M.; Joshi, R.C.; Toshniwal, D.; , "Association Rule for Classification of Type-2 Diabetic Patients," Machine Learning and Computing (ICMLC), 2010 Second International Conference on , vol., no., pp.330-334, 9-11 Feb. 2010

[13] Abin, D., & Potey, M. A. (2013, December). Selecting Classifiers for Medical Data Analysis. In Machine Intelligence and Research Advancement

(ICMIRA), 2013 International Conference on (pp. 285-289). IEEE.

[14] Mitchell, Thomas M. "Machine learning." Machine Learning (1997)

[15] Kohavi, R. (1996, August). Scaling Up the Accuracy of Naive-Bayes Classifiers: A Decision-Tree Hybrid. In *KDD* (Vol. 96, pp. 202-207)

[16] Han, J.; Kamber, M.: Data Mining Concepts and Techniques, Morgan

Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, USA, (2006) Machine Learning

[17] Coşkun, C., Baykal, A., "Veri Madenciliğinde Sınıflandırma Algoritmalarının Bir Örnek Üzerinde Karşılaştırılması", <http://ab.org.tr/ab11/bildiri/67.pdf>, Erişim Tarihi: 31.05.2012.

Time Frame Based Supervised Link Prediction in Dynamic Social Networks

Ertan Bütün

Department of Computer Engineering
Firat University
Elazığ, Turkey
ebutun@firat.edu.tr

Mehmet Kaya

Department of Computer Engineering
Firat University
Elazığ, Turkey
kaya@firat.edu.tr

Abstract— Link prediction is one of the most interesting tasks in social network analysis. Social networks are very dynamic so there is an increasing on link prediction methods applying dynamic network models to gain better link prediction performance. In this study we propose a time frame based supervised link prediction approach in dynamic social networks. We handled the link prediction problem particularly over evolution of the network. The effect of the evolutions on links investigated with supervised learning strategy for link prediction. Accuracy of the proposed approach is evaluated by comparison of link prediction results on static and dynamic networks with multiple baseline metrics from the literature. Experimental results demonstrate that the proposed dynamic approach improves remarkably the accuracy of link prediction.

Index Terms— Link prediction, temporal data, social networks, supervised learning

I. INTRODUCTION

Many of the real word systems having many relations or interactions between their entities form complex and dynamic structures. In Social Network Analysis (SNA), they are modeled as graph to make analysis and mining. A social network is consisted of nodes and links among nodes. For example, in a collaboration social network for studies in science, links represent collaborations and nodes indicate scientists. In recent years, analyzing and mining social network data have become very interesting for many researchers.

Link prediction problem is a popular task in SNA. The problem is defined by Liben-Nowell and Kleinberg [1] as: given a snapshot of a social network at time t , we seek to accurately predict the edges that will be added to the network during the interval from time t to a given future time t' . Link prediction can be benefited in many different domains. For examples, optimal promotions or interesting products can be recommended to customers in e-commerce networks [2], suspected relations can be predicted in security networks [3] and biological events can be predicted in bioinformatics networks [4].

The methods dealing with link prediction on static networks are cannot capture temporal evolutions in social networks. They cannot differentiate continues, old or recent events in social networks. But adding new or repeated links to social networks and deleting links from social networks are

observed frequently in social networks. Thus temporal evolutions in social network can affect which links will form. The temporal link prediction methods [5-10] have attracted the researchers' interest in the recent years.

In this study, we propose a time frame based supervised link prediction method. Some of most popular baseline topological similarity metrics for link prediction are used as feature in supervised learning. The score of the baseline metrics are calculated on time frame based social networks.

The rest of this paper is organized as follows. Section II represents related works on link prediction; Section III describes the baseline similarity metrics used as features in supervised learning; Section IV presents supervised learning strategy for link prediction; Section V shows performance results on co-authorship network and comparison with baseline metrics. Finally, Section VI includes conclusions and future works.

II. RELATED WORKS

Tylenda et al. [5] extended topological-based link prediction methods by adding them into temporal information. Huang et al. [3] proposed a time series model based on repeated links in the past to predict links which will be repeated in the future. They also put forward a hybrid approach that merges the proposed method predicting repeated links into existed prediction methods predicting new links in the static graphs. Huang et al. [6] extended single time series model to multivariate time series model to gain more link prediction performance. They consider not only link occurrences between two nodes but also link occurrences in neighbor links because of neighbor links are correlated in the social networks. Soares and Prudêncio [7] built time series from the state-of-the-art topological similarity metrics scores for the non-connected node pairs. Then they make new link prediction by applying simple forecasting models to time series. Munasinghe and Ichise [8] proposed a new feature named as time score (TS) capturing the relationship between the time stamps of links. The node pairs which have interacted their common neighbors recently have higher scores according to TS. Munasinghe and Ichise [9] extended PropFlow [10] metric, which is a restricted random walk with fixed length, by considering the effect of information flow via active links for link evolution. Soares and Prudêncio [11] proposed a new proximity feature based on

temporal events among the node pairs and their neighborhoods in consecutive time frames. The events of new link formation from a time frame to its subsequent and conservative link events which are exists both previous and next time frame were rewarded and removing link events from a time frame to its following time frame were penalized.

The above studies made in recent years show that taking temporal information into account can improve link prediction performance. Thus to make a contribution to link prediction methods based on temporal approach we propose a time frame based link prediction method.

III. SIMILARITY METRICS

In this section we give topological similarity metrics used in the proposed time frame based supervised link prediction approach.

1) *Common Neighbors (CN)*: In CN metric, two nodes having more common neighbors are more likely to be connected [12]. CN metric for given node pairs x and y defined as:

$$CN(x, y) = |\Gamma(x) \cap \Gamma(y)| \quad (1)$$

where $\Gamma(x)$ is set of neighbors of a node x .

2) *Adamic-Adar Coefficient (AA)*: Adamic and Adar [13] put forward this metric to calculate the alikeness of web pages. Then the metric was also used to compute the similarity of node pairs in the network. The formal definition of AA metric is:

$$AA(x, y) = \sum_{z \in \Gamma(x) \cap \Gamma(y)} \frac{1}{\log(|\Gamma(z)|)} \quad (2)$$

3) *Jaccard's Coefficient (JC)*: JC metric [14] assumes that pairs of nodes having more common neighbors proportional to total number of neighbors are more likely to be connected. The formula of the JC metric:

$$JC(x, y) = \frac{|\Gamma(x) \cap \Gamma(y)|}{|\Gamma(x) \cup \Gamma(y)|} \quad (3)$$

4) *Preferential Attachment (PA)*: In PA metric, formation of a new link between two nodes depends on the product of their degrees [15]. It is defined as:

$$PA(x, y) = |\Gamma(x)| \cdot |\Gamma(y)| \quad (4)$$

5) *Resource Allocation Index (RA)*: This index defined by Zhou et al. [16] is similar to the AA metric. But it generates lower score than AA metric for a given pair of nodes which their common neighbors have high node degree. The formal definition RA metric is:

$$RA(x, y) = \sum_{z \in \Gamma(x) \cap \Gamma(y)} \frac{1}{|\Gamma(z)|} \quad (5)$$

IV. TIME FRAME BASED SUPERVISED LINK PREDICTION

The studies which don't take into account temporal information use the links equally to make prediction.

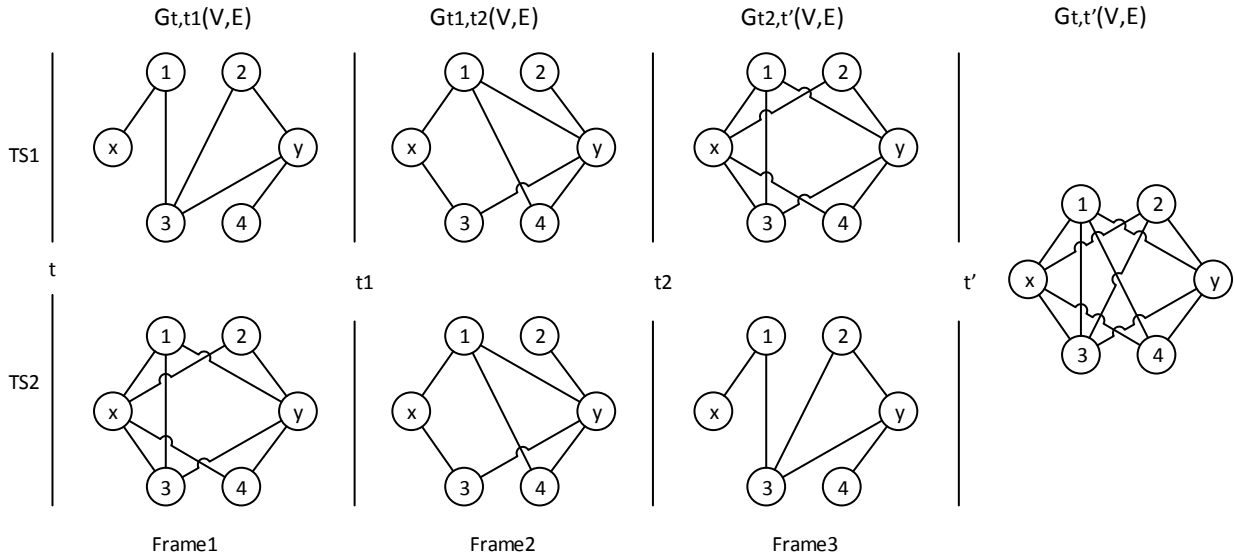


Fig. 1 Two different temporal evolution network scenario examples for a given $G_{t,t'}(V, E)$ with 3 frames. TS1 is the first temporal evolution scenario, TS2 is the second temporal evolution scenario

TABLE 1 FEATURES FOR STATIC AND TIME FRAME BASED SUB-GRAPHS

Features for Static Graphs	Features for Time Frame Based Sub-Graphs
CN	CN_F1, CN_F2, ..., CN_Fn
AA	AA_F1, AA_F2, ..., AA_Fn
JC	JC_F1, JC_F2, ..., JC_Fn
PA	PA_F1, PA_F2, ..., PA_Fn
RA	RA_F1, RA_F2, ..., RA_Fn

But temporal evolutions in a social network can be useful to predict which links will form in the future. Let $G_{t,t'}(V, E)$ be the social network where V is the set of nodes and E is the set of edges between time periods t and t' ($t < t'$). Let look up the two different temporal network evolution scenario examples for a given $G_{t,t'}(V, E)$ with three time frames in Figure 1. For example the scores of the all baseline similarity metrics described in Section III will be same for nodes x and y in the static network. But when we look up the two temporal network scenarios there is different trends for nodes x and y . The scores of the all baseline similarity metrics for nodes x and y show increasing trend in the first temporal evolution scenario (TS1), whereas they show decreasing trend in the second temporal evolution scenario (TS2). Therefore we propose a time frame based link prediction method taking into account temporal evolutions to make effectively link prediction in social networks.

We create sub-graphs by dividing the $G_{t,t'}(V, E)$ into time frames. In the proposed time frame based approach n shows frame number, w shows frame length. Time frame based sub-graphs described as

$$G_{t,t'}(V, E) = \begin{cases} G_{t+0w+0, t+1w}(V, E), \\ G_{t+1w+1, t+2w}(V, E), \\ \vdots \\ G_{t+(n-1)w+1, t+nw}(V, E) \end{cases} \quad (6)$$

Binary classification method is one of the most used approaches in supervised learning methods for link prediction problem. In binary classification method, the node pairs having links between themselves are labeled as positive class, otherwise the node pairs are labeled as negative class. We use baseline similarity metrics described in Section III as features and calculate the feature values for each sub-graphs. Each metric scores corresponding to temporal sub-graphs and static graph used separately in classifiers to show performance of the proposed method. Features for static and sub-graphs are given in Table 1.

V. EXPERIMENTS

A. Experimental Setup

We use k-nearest-neighbors, random forest, random tree and C4.5 classifiers. For classification task we use WEKA [17] software and classifiers' equivalents in WEKA are respectively IBk, RandomForest (RF), RandomTree (RT), and J48. Default

TABLE 2 STATISTICS OF THE HEP-TH CO-AUTHORSHIP NETWORK

Time Frame Based Sub-Graphs	Number of Co-Authorships	Number of Authors
F1 (1995-1996)	6904	2980
F2 (1997-1998)	7844	3068
F3 (1999-2000)	9046	3471
F4 (2001-2002)	10,614	3865

parameters are set for all classifier implementations. We used 10-fold cross validation for evaluation in all experiments.

B. Dataset

We use HEP-Th dataset provided by Knowledge Discovery Laboratory at the University of Massachusetts Amherst for the KDD Cup 2003 citation prediction competition. The HEP-Th dataset [18] is performed from the arXiv archive and the Stanford Linear Accelerator Center SPIRES-HEP database. The dataset contains rich bibliographic information within more than 42,000 objects and more than 500,000 links in theoretical high-energy physics. Its nodes are consisted of 29,555 papers from 1992 to 2003, 9,200 authors, 448 journals and 3116 e-mail domains, its edges are composed of 87,794 co-authorships, 352,807 citations, 58,515 authorships, 20,826 publications and 12,487 e-mail affiliations.

We extracted co-authorship network from the HEP-Th dataset between years 1995 and 2002. In the HEP-Th Co-authorship network, nodes represent authors and links indicate co-authorships. We set frame number (n) to 4, and frame length (w) to 2. The statistics of the Co-authorship network are given in Table 2. The F1, F2, F3 sub-graphs named as temporal network data are used to compute temporal features to predict the links that emerged in F4 sub-graph. The authors having average 2 and more co-authorship per year in temporal network data are selected to build positive and negative edges. By selection of positive and negative edges at two hops we built a hard training set. Positive edges are shown firstly in F4 sub-graph and negative edges are not shown in F4 sub-graph. To reduce the problem of class imbalance, the size of the positive and negative edges is set to 1000 equally. Both positive and negative edges have at least one temporal event in the temporal network data to evaluate the temporal effect. A temporal event shows that the node pair of edge is shown in two hop distances at least one time in the temporal network data.

C. Link Prediction Results

Area under the receiver operating characteristic curve (AUC) is a most used measure to show link prediction performance in imbalanced learning. Thus the performance of the proposed method is evaluated by AUC. The AUC values more than the 0.5 shows that the prediction algorithm is better than randomly prediction.

Table 3 shows the AUC results for different classifiers on the HEP-Th Co-authorship network. In the Table 3, S values represents results on static graph, T values indicate the results of the proposed time frame based approach on the temporal sub-graphs.

TABLE 3. AUC RESULTS ON HEP-TH CO-AUTHORSHIP NETWORK

Features/Classifiers	IBK	RF	RT	J48
CN	S: 0.6	S: 0.601	S: 0.6	S: 0.574
CN_F1,CN_F2, CN_F3	T: 0.722	T: 0.724	T: 0.722	T: 0.719
AA	S: 0.604	S: 0.603	S: 0.603	S: 0.518
AA_F1,AA_F2,AA_F3	T: 0.735	T: 0.732	T: 0.730	T: 0.716
JC	S: 0.622	S: 0.621	S: 0.622	S: 0.577
JC_F1, JC_F2, JC_F3	T: 0.723	T: 0.726	T: 0.719	T: 0.72
PA	S: 0.682	S: 0.680	S: 0.677	S: 0.622
PA_F1, PA_F2, PA_F3	T: 0.693	T: 0.784	T: 0.689	T: 0.701
RA	S: 0.604	S: 0.603	S: 0.603	S: 0.518
RA_F1, RA_F2, RA_F3	T: 0.734	T: 0.732	T: 0.728	T: 0.716

The proposed time frame based approach gains better link prediction performance according to static based approaches for all baseline metrics and for all classifiers. The AUC results of static based approaches are improved upon to %38. The best AUC result of 0.784 is obtained by PA metric with RF classifier on the proposed approach. The highest average increasing on AUC values in the metrics is achieved on AA metric with %25. The lowest average increasing on AUC values is obtained on PA metric with %7. The results verify that taking into account the temporal evolution in supervised methods shows significant improvement on link prediction performance.

VI. CONCLUSION

In recent years, the studies for link prediction based temporal information gain better link prediction performance according to link prediction methods which take the social networks as static graph. They show that temporal evolutions in a social network can be useful to predict which links will form in the future. From this point of view, in this study, we propose a time frame based supervised link prediction method in dynamic social networks. We used some traditional topological similarity metrics as feature in the time frame based supervised learning approach. In experimental results, we achieved link prediction performance increase of up to %38 on comparison with static graph based link prediction results.

Our experiments were done in co-authorship network. A possible future work is that testing the proposed approach in different domain networks to confirm the proposed method performance. The used features in classifiers were neighbor based metrics. The other network topological properties such as global or node based properties may be included in the features.

REFERENCES

- [1] D. Liben-Nowell and J. Kleinberg, "The link-prediction problem for social networks", *Journal of the American society for information science and technology*, vol. 58, no. 7, pp. 1019-1031, 2007.
- [2] C. G. Akcora, B. Carminati and E. Ferrari, "Network and profile based measures for user similarities on social networks", *Information Reuse and Integration (IRI)*, 2011 IEEE International Conference on, 2011.
- [3] Z. Huang and D. K. J. Lin, "The time-series link prediction problem with applications in communication surveillance", *INFORMS Journal on Computing*, vol. 21, no. 2, pp. 286-303, 2009.
- [4] W. Almansoori, S. Gao, T. N. Jarada, A. M. Elsheikh, A. N. Murshed, J. Jida, R. Alhajj and J. Rokne, "Link prediction and classification in social networks and its application in healthcare and systems biology", *Network Modeling Analysis in Health Informatics and Bioinformatics*, vol. 1, no. 1-2, pp. 27-36, 2012.
- [5] T. Tylenda, R. Angelova and S. Bedathur, "Towards time-aware link prediction in evolving social networks", *Proceedings of the 3rd workshop on social network mining and analysis*, 2009.
- [6] Q. Huang, C. Zhao, X. Wang, X. Zhang and D. Yi, "Predicting the structural evolution of networks by applying multivariate time series", *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, vol. 428, pp. 470-480, 2015.
- [7] P. Soares and R. Prudencio, "Time series based link prediction", *Neural Networks (IJCNN)*, The 2012 International Joint Conference on IEEE, 2012.
- [8] L. Munasinghe and R. Ichise, "Time score: A new feature for link prediction in social networks", *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, vol. 95, no. 3, pp. 821-828, 2012.
- [9] L. Munasinghe and R. Ichise, "Link prediction in social networks using information flow via active links", *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, vol. 96, no. 7, pp. 1495-1502, 2013.
- [10] R. Lichtenwalter, J. Lussier and N. Chawla, "New perspectives and methods in link prediction", *Proceedings of the 16th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining*, 2010.
- [11] P. Soares and R. Prudencio, "Proximity measures for link prediction based on temporal events", *Expert Systems with Applications*, vol. 40, no. 16, pp. 6652-6660, 2013.
- [12] M. Newman, "Clustering and preferential attachment in growing networks", *Physical Review E*, vol. 64, no. 2, p. 025102, 2001.
- [13] L. A. Adamic and E. Adar, "Friends and neighbors on the web", *Social networks*, vol. 25, no. 3, pp. 211-230, 2003.
- [14] G. Salton and M. J. McGill, "Introduction to modern information retrieval", 1986.
- [15] A. Barabasi, H. Jeong, Z. Neda, E. Ravasz, A. Schubert and T. Vicsek, "Evolution of the social network of scientific collaborations", *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, vol. 311, no. 3, pp. 590-614, 2002.
- [16] T. Zhou, L. Lü and Y. Zhang, "Predicting missing links via local information", *The European Physical Journal B*, vol. 71, no. 4, pp. 623--630, 2009.
- [17] M. Hall, E. Frank, G. Holmes, B. Pfahringer, P. Reutemann and I. Witten, "The WEKA data mining software: an update", *ACM SIGKDD explorations newsletter*, vol. 11, no. 1, pp. 10-18, 2009.
- [18] "HEP-Th", [Çevrimiçi]. Available: <https://kdl.cs.umass.edu/display/public/HEP-Th>. [Accessed May 2016].

Dış Ortam Kablosuz Erişim Noktalarının Konumlarının Belirlenmesi için Yeni Bir Yaklaşım

A New Approach for Identifying Outdoor Access Points' Location

İlhan Fırat Kılınçer, Orhan Yaman, Fatih Ertam,
Department of Informatics
Firat University, 23119
Elazığ, Turkey
{ifkilincer,orhanyaman,fatih.ertam}@firat.edu.tr

Özet—Gelişen teknoloji ile beraber eğitim, haberler, sosyal medya gibi güncel işlemler sürekli internet üzerinde yapılmaktadır. Ayrıca e-devlet ve internet bankacılığı gibi uygulamalar ile insanlar bütün işlemlerini internet aracılığıyla yapmaktadır. Kısacası internet insanların yaşam kalitesini arttıran önemli araç haline gelmiştir. Günümüzde insanların bilgiye erişiminden ziyade bilgiye hangi hızda eriştiği daha önemli hale gelmiştir. Bununla birlikte kablosuz internet erişiminin kullanımı da gün geçtikçe artmaktadır. Bu amaç doğrultusunda internet erişim noktalarının uygun yerlere konumlandırılması önem kazanmıştır. Bu çalışmada kablosuz internetin daha verimli bir şekilde kullanılabilmesi için optimizasyon tabanlı erişim noktası belirleme yöntemi önerilmektedir. Önerilen yöntem üniversite kampüsü içinde bulunan Kablosuz Erişim Noktalarını kullanarak test edilmiştir. Çalışmada Kampüs içinde yoğun alanlarda sinyal seviyeleri ölçülerek veri kümesi elde edilmiştir. Elde edilen verilere geliştirilen yöntem uygulanarak erişim noktalarının konumları belirlenmektedir.

Anahtar Kelimeler— Erişim noktalarının belirlenmesi, Verimli internet kullanımı, Optimizasyon.

Abstract—Most applications like Education, news, social media, can be done with internet. Also people can do their work by using e-devlet, internet banking applications. Briefly, internet is an important tool which improves people's life standards. In this day and time Access speed of information is more important value than accessing information. At the same time use of wireless internet Access is increasing day after day. Positioning Access points' locations is important thing for his goal. In study, optimization based method suggested to determine Access points' location for using wireless internet more productive. suggested method tested in university campus by using university's access points. Data collection is obtained by measuring signal strengths on intensive areas in the university campus. Developed method can be applying to the data and Access points 'locations can be found by developed method.

Index Terms— Identifying Access points, efficient internet usage, optimization

1. GİRİŞ

Son zamanlarda Kablosuz Sinyaller hayatımızın her alanında yer almaktadır. Kablosuz sinyallerin kullanımı ile hava ortamında bilgi alışverişi yapılabilmektedir. Bu da kablolu bağlantı için ihtiyaçları sıfırlamakta ve birden fazla kullanıcının bağlanmasını sağlamaktadır. Bunun yanı sıra kullanıcıların kapsama alanı içinde roaming yapmalarına imkan tanımaktadır. Kablosuz haberleşmeyi sağlayan en önemli teknolojilerden biri de IEEE 802.11 a/b/g/n/ac standardı olan WLAN (Wireless LAN) teknolojisidir [1]. Frekans spektrumunda Mikrodalga kategorisinde yer alan ve kablosuz haberleşmeyi sağlayan 2.4GHz ve 5GHz olmak üzere iki adet Wi-Fi frekans bandı bulunmaktadır [2].

Wi-Fi sinyallerinin iletimi, hava ortamında yayılımı ve alıcı tarafından anlaşılır bir şekilde alınması için yeterli bir güç ve enerjiye sahip olması gerekmektedir. Burada alıcı sinyal gücünün referans sinyal gücüne logaritmik oranı, alıcıdaki sinyal gücünü dB olarak gösterir. Alıcı tarafındaki sinyalin gücü denklem 1'de ki gibi hesaplanmaktadır [1].

$$dB = 10 \log_{10} \frac{p_2}{p_1} \quad (1)$$

Denklem 1'de p2 alıcı sinyal gücünü, p1 ise referans sinyal gücünü ifade etmektedir. Referans sinyal gücü Wi-Fi ağlarında genelde 1mW olarak seçilmektedir. Wi-Fi sinyallerinde alıcı tarafındaki sinyali ölçmek için RSSI değeri dikkate alınır. RSSI(Received Signal Strength indicator), istemci cihazda alınan sinyalin gücünü ölçmek için kullanılan değerdir. Wi-Fi sinyallerinde bu değer 0 ile -100 dBm arasında değişmektedir. Sinyal değeri sıfıra yaklaştıkça sinyalin kalitesi artmaktadır. SNR(Signal to Noise Ratio), iletim ortamında Sinyal gücünün

gürültüye oranıdır. Değeri pozitifdir. SNR değeri arttıkça sinyal kalitesi artmaktadır [1].

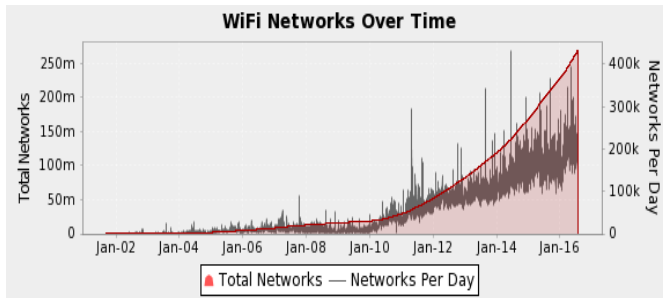
IEEE 802.11/a/b/g/n/ac standartları Wi-Fi sinyaller için geliştirilmiş standartlardır. Erişim noktalarının desteklediği standartlara göre veri alış veriş hızında farklılıklar bulunmaktadır. Standartlardaki hız farklılıklarının nedeni sinyallerin farklı modülasyon teknikleri ile iletilmesi ve alınmasıdır. IEEE 802.11 standartları Tablo 1'de verilmiştir [8].

TABLO I. IEEE 802.11 STANDARTLARI

Standartlar	Modülasyon	Maximum Hız	Kullanılan Radyo	Bant Genişliği
802.11	DSSS	2 Mbps	2.4 GHz	20MHz
802.11b	CCK	11 Mbps	2.4 GHz	20MHz
802.11g	OFDM	54 Mbps	2.4GHz	20MHz
802.11a	OFDM	54 Mbps	5 GHz	20MHz
802.11n	OFDM,MIMO	1x1:150 Mbps 2x2:300Mbps 3x3:450Mbps	2.4 GHz 5Ghz	20MHz 40MHz
802.11 ac	OFDM,MIMO	2x2(80MHz):866Mbps 4x4(80Mhz):1733Mbps	5 Ghz	20MHz 40MHz 80MHz 160Mhz

Tablo 1'de IEEE 802.11 standartları ve bu standartların modülasyon çeşitleri, hızları ve kullandığı radyo frekansı verilmiştir. Modülasyon çeşitleri Wi-Fi sinyallerinin hızını etkileyen önemli etkenlerden biridir. Elektromanyetik sinyaller havada yayılırken engellerden dolayı kırılım, yansıma ve saçılma durumlarına maruz kalmaktadır. Bu engeller nedeniyle sinyallerde kayıplar oluşmaktadır [4]. Dolayısıyla bir lokasyonda kablosuz haberleşmenin verimli sağlanabilmesi için, lokasyon ile ilgili tüm fiziksel özelliklerin göz önüne alınması gerekmektedir. Bu amaçla lokasyonda en doğru ve verimli planlama için lokasyonun fiziksel özelliklerine göre bir ölçüm yapılması gerekmektedir.

Kablosuz internet erişimi gün geçtikçe insan hayatında daha da önemli hale gelmektedir. Teknolojinin gelişmesi ile birlikte kablosuz erişim cihazları da gelişmiş ve kullanım oranı sürekli artmaktadır. Literatürde yıllara göre artan Wi-Fi kullanımına ait grafik Şekil 1'de verilmiştir [5].



Şekil 1. Yıllara göre artan Wi-Fi kullanımı [5].

Şekil 1'de Wi-Fi kullanımının 2002 ile 2016 yılları arasındaki gelişimi görülmektedir. Şekil 1'de de görüldüğü gibi

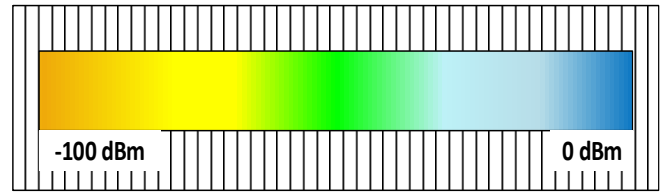
2010 yılından sonra Wi-Fi kullanımı hızlı bir şekilde artış göstermiştir. Bu grafik Wi-Fi sinyallerinin günümüzde ki önemini açıkça ortaya koymaktadır.

Literatürde mevcut çalışmalar incelendiğinde site survey yapan çalışmalar bulunmaktadır. Zvanovec ve diğ. [6] iç ortamlarda site survey yaparak kablosuz erişim cihazlarını konumlandırmaya çalışmıştır. Bir ölçüm cihazı ile birlikte yazılım aracı kullanarak iç ortamların ısı haritasını elde etmiştir. Zahid ve diğ. [7] iç ortamlarda kablosuz lokasyon tespiti ve tekniklerinde son yıllarda ki gelişmeler hakkında bilgi vermiştir. İç ortamlarda konum belirleme teknolojilerinden bahsetmiştir. Konum tespiti için sınıflandırma yapmıştır.

Bu çalışmada, dış ortamda kullanılan erişim noktalarının efektif kullanımı amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda iki adet veri kümesi elde edilmiştir. Lokasyonun ısı haritası çıkarılarak bu veri kümesindeki ilk veri çıkarılmıştır. Çıkarılan ısı haritasına göre belirlenen noktalardaki sinyal gücü değerleri elde edilmiştir. İkinci veri kümesi olarak belirlenen noktalardaki kullanıcı yoğunluğu belirlenmiştir. Alınan bu veriler bir fitness fonksiyonundan geçirildikten sonra normalizasyona tabi tutulmuştur. Normalizasyon sonucu ortaya çıkan değerlere göre daha önce ölçüm yapılan noktalardan hangilerine yeni bir erişim noktası eklenmesi gerektiği ortaya çıkmıştır. Böylece açık alanlarda kurulacak olan erişim noktalarının yerleri kullanıcı yoğunluğuna ve sinyal gücü değerlerine göre otomatik olarak tespit edilebilmektedir.

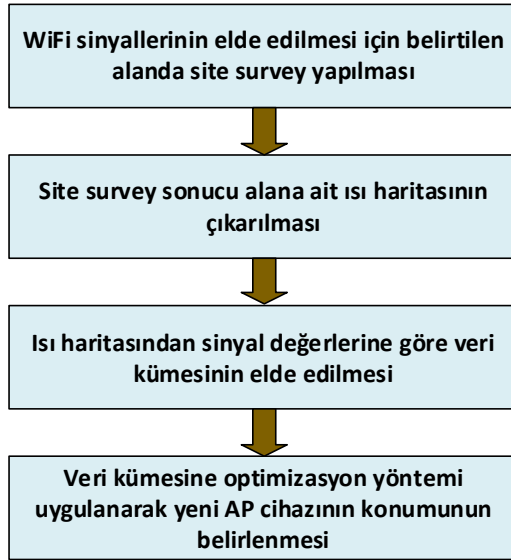
II. ÖNERİLEN YÖNTEM

Önerilen yöntemde veri kümesinin elde edilmesi için Air Mapper programı kullanılmıştır. Air Mapper site survey için kullanılan bir yazılımdır. Bu yazılım ile ortamda bulunan sinyallerin yer yer ölçümlerini alarak bir ısı haritası oluşturmaktadır. Bu ısı haritasını oluştururken alınan sinyal gücüne göre belirli renklendirmeler yapar. Şekil 2'de Air Mapper programının ölçeklendirme yaparken kullandığı renk barı verilmiştir.



Şekil 2. Air Mapper renk barı

Şekil 2'de verilen renk barına göre -100 dBm değerine doğru gidildikçe sinyal gücü düşmekte, 0 dBm değerine gidildikçe sinyal gücü artmaktadır. Günlük şartlarda wifi kapsama alanlarına ait dBm değerleri renk barında yeşil renkle gösterilmektedir. Kullanılan program ile elde edilen verilere önerilen yöntem uygulanarak, kurulması planlanan AP noktası belirlenmektedir. Önerilen yöntemin blok şeması Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Önerilen yöntemin blok şeması

Air Mapper programına belirtilen alana ait harita yüklenerek harita üzerinde Site Survey yapılmıştır. Gezilen her noktada alınan sinyal değerleri ölçülüp ve ısı haritası çıkarılmıştır. Isı haritasından sinyal değerlerine göre veri kümesi oluşturulmuştur. Isı haritasından rastgele seçilmiş noktalara ait RSSI değerleri birinci veri kümesini oluşturmuştur. İkinci veri kümesi ise RSSI ölçümü alınan noktalardaki kullanıcı yoğunluğuna göre oluşturulmuştur. Bu iki veri kümesindeki değerler dikkate alınarak yeni erişim noktası için konum tespiti yapılmaktadır. Ortama eklenecek yeni erişim noktası için konum tespiti yapılırken iki veri kümesi kullanılarak bir fitness fonksiyonu oluşturulmuştur. Oluşturulan fitness fonksiyonu denklem 2’de verilmiştir.

$$f_i = (\|p_i\| * d_i), \quad i = 1, 2, 3, \dots, k \quad (2)$$

Denklem 2’de verilen f_i değişkeni i . örneğe ait uygunluk değerini, p_i değişkeni i . örneğe ait sinyal gücünü, d_i değişkeni i . örneğe ait kullanıcı yoğunluğunu, k değişkeni ise veri kümesinin boyutunu göstermektedir. Fitness fonksiyonundaki amaç kullanıcıların fazla olduğu ve sinyal gücünün çok düşük alanların tespit edilebilmesidir. Fitness fonksiyonu sonucunda elde edilen uygunluk değerleri bir normalizasyon işleminden geçirilmiştir. Normalizasyon işlemi için min-max normalizasyon yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde, bir veri kümesindeki en büyük ve en küçük değerler ele alınır. Diğer bütün veriler, bu değerlere göre normalleştirilir. Amaç en küçük değer 0 ve en büyük değer 1 olacak şekilde normalleştirmektir. Kullanılan normalizasyon denklemi denklem 3’te verilmiştir.

$$N_i = \frac{(f_i - f_{\min})}{(f_{\max} - f_{\min})}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, k \quad (3)$$

Denklem 3’te verilen N_i değişkeni i . örneğe ait normalizasyon değerini, $f_{\min}$ değişkeni en küçük fitness değerini, $f_{\max}$ değişkeni ise en büyük fitness değerini göstermektedir. Normalizasyon işlemi sonucu N_i değeri en büyük olan konum yeni yerleştirilecek erişim noktası için en uygun konumdur.

III. UYGULAMA SONUÇLARI

Önerilen yöntemin uygulanması için yer olarak Fırat Üniversitesi Kültür Park alanı seçilmiştir. Öncelikle bu alana ait harita Google maps üzerinden alınmıştır. Bu çalışmada kullanılan harita Şekil 4.a’da verilmiştir. Şekil 4.b’de ise kullanılanın tanıtımı ve alan içerisindeki erişim noktalarının konumları verilmiştir.



a)



b)

Şekil 4. Fırat Üniversitesi kültür park alanı ve tanıtımı a) Google Maps üzerinden alınan görüntü b) Harita tanıtımı ve erişim noktası konumları

Şekil 4'te verilen haritadaki alan içerisinde site survey yapılarak Şekil 5.a'da ki ısı haritası oluşturulmuştur. Isı haritasına göre yeşil renk ile gösterilen bölgeler sinyal gücünün yüksek, sarı renk ile gösterilen bölgeler sinyal gücünün normal ve turuncu renk ile gösterilen bölgeler ise sinyal gücünün zayıf olduğunu göstermektedir. Elde edilen ısı haritası sonucunda rastgele seçilen bazı noktalar Şekil 5.b'de görülmektedir.

Şekil 5.b'de rastgele seçilen konumlarda, bağlı olunan erişim noktası, alınan sinyal gücü (RSSI), kullanıcı yoğunluğu elde edilmiştir. Bu değerler kullanılarak fitness ve normalizasyon değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler Tablo 2'de verilmiştir.



a)



b)

Şekil 5. Isı haritasının oluşturulması ve rastgele konumların seçilmesi a) Isı haritasının çıkarılması b) Rastgele konumların seçilmesi

Tablo 2'den de görüleceği gibi normalizasyon değeri 0 ile 1 aralığındadır. Normalizasyon değeri 1'e ne kadar yakınsa, yeni yerleştirilecek erişim noktasının konumu da o kadar önceliklidir. Tablo 2'de ki değerler incelendiğinde 3 nolu örneğin normalizasyon sonucunun 1 olduğu görülmektedir. Böylece alan üzerine eklenecek yeni erişim noktasının konumu 3 nolu konum olarak tespit edilmiştir.

TABLO II. RASTGELE SEÇİLEN KONUMLARDAN EDE EDİLEN VERİ VE SONUÇLAR

Örnek	Bağlı olduğu Cihaz	RSSI Değeri (dBm)	Kullanıcı yoğunluğu (%)	Fitness Değeri	Normalizasyon Değeri
1	AP 1	-70	6	420	0,128
2	AP 1	-72	7	504	0,189
3	AP 1	-90	18	1620	1
4	AP 2	-65	9	585	0,248
5	AP 3	-72	6	432	0,137
6	AP 1	-76	5	380	0,099
7	AP 2	-80	4	320	0,055
8	AP 2	-86	10	860	0,448
9	AP 2	-52	25	1300	0,767
10	AP 3	-77	11	847	0,438
11	AP 1	-81	3	243	0
12	AP 2	-50	17	850	0,440
13	AP 2	-69	8	552	0,224
14	AP 3	-86	9	774	0,385
15	AP 1	-77	5	385	0,103

IV. SONUÇLAR

Günümüzde kablosuz haberleşme hayatımızın vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Kablosuz haberleşmenin verimli bir şekilde kullanılabilmesi için çekim gücünün yeterli seviyede olması gerekmektedir. Bu nedenle bulunduğumuz konumdaki mevcut erişim noktalarının efektif bir şekilde yerleştirilmesi hem maliyet hem de bilgiye erişim hızı bakımından önem taşımaktadır. Bu çalışmada dış ortamdaki kablosuz erişim noktalarının konumlandırılması için bir yöntem önerilmiştir. Önerilen yöntemde, uygulama sonucu gerçekleştirilirken 15 tane örnek alınmıştır. 15 örneğe göre elde edilen sinyal gücü ve kullanıcı sayıları dikkate alınarak yeni yerleştirilecek erişim noktası için en uygun konum tespit edilmiştir. Uygulamanın hassasiyeti, alınan örnek sayısı ile doğru orantılı olarak değişmektedir. Örnek sayısı arttıkça yeni eklenecek erişim noktasının konumu daha doğru bir şekilde tespit edilebilmektedir.

REFERANSLAR

- [1] D.Hucaby, "CCNA wireless 640-722 official cert guide," Cisco Press, 2014.
- [2] O. Ureten, and N. Serinken, "Wireless security through RF fingerprinting," Canadian Journal of Electrical and Computer Engineering, 32(1), pp. 27-33, 2007.
- [3] R. Çölkesen, and B. Örencik, "Bilgisayar haberleşmesi ve ağ teknolojileri," Papatya Yayıncılık, 2003.
- [4] A.E. Forooshani, S. Bashir, D.G. Michelson, and S. Noghianian, "A survey of wireless communications and propagation modeling in underground mines," IEEE Communications surveys & tutorials, 15(4), pp. 1524-1545, 2013.
- [5] <https://www.wigle.net/>
- [6] S. Zvanovec, P. Pechac, and M. Klepal, "Wireless LAN networks design: site survey or propagation modeling," Radioengineering, 12(4), pp. 42-49, 2003.
- [7] Z. Farid, R. Nordin, and M. Ismail, "Recent advances in wireless indoor localization techniques and system," Journal of Computer Networks and Communications, 2013.
- [8] http://embeddedintel.com/special_features.php?article=2068

Hücresel Sinir Ağı Tabanlı Kaos Üretecinin Alan Programlanabilir Kapı Dizileri ile Gerçekleştirilmesi

Implementation CNN Based Chaos Generator Using Field Programmable Gate Array

Kenan ALTUN

Elektronik ve Otomasyon Bölümü
Cumhuriyet Üniversitesi
Sivas, Türkiye
kaltun@cumhuriyet.edu.tr

Enis GÜNAY

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
Erciyes Üniversitesi
Kayseri, Türkiye
egunay@erciyes.edu.tr

Özetçe—Bu çalışma ile Kaotik sinyal üreteçler HSA (Hücresel Sinir Ağı) (CNN-Cellular Neural Network) tabanlı bir kaos üretici ile Alan Programlanabilir Kapı Dizileri (Field Programming Gate Array-FPGA) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, yüksek frekanslarda elde edilen kaotik üreteçler, Matlab Xilinx System Generator kullanılarak eş simülasyon gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler — Hücresel Sinir Ağları, FPGA, Kaotik Sinyal Üreteçleri.

Abstract— In this study, Chaotic signal generators Cellular Neural Network (CNN) based programmable area with a chaos generator Field Programming Gate Array (FPGA) were performed using. As a result, chaotic generator obtained at high frequencies, Matlab co-simulation was performed using the Xilinx System Generator.

Index Terms — Cellular Neural Network, FPGA, Chaotic Signal Generators.

I. GİRİŞ

Kaotik sinyal üretici kullanılarak gerçekleştirilen haberleşme sistemlerinde kaos sinyali en temel yapıdır. Bu bakımdan üretilen kaotik sinyallerin gerçekleştirilmesi önem kazanmaktadır. Kaotik sinyal üreteçleri donanımsal açıdan sayısal ve analog tabanlı devreler olarak gerçekleştirilebilirler. Analog devre tabanlı kaos üreteçlerinde temel problem kaos oluşturan sistem parametrelerinin elde edilmesindeki zorluklar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bakımdan özellikle kaotik sinyal üreteçlerin kullanıldığı haberleşme sistemlerinde sayısal tabanlı kaos yapısının kullanımının önemi artmıştır.

Kaotik haberleşme sistemlerinde kullanılan ve analog tabanlı olmayan kaotik sinyal üreteçlerin tasarımında dijital sinyal işlemcileri (Digital Signal Processing - DSP), tasarıma yönelik özel entegre yapılar (Application Specific Integrated Circuits-ASIC) ve alan programlanabilir kapı serileri (Field

Programming Gate Array - FPGA) yapıları kullanılarak gerçekleştirilmektedir [1-3].

ASIC tabanlı kaotik üreteçler bu yapılar arasında yüksek performanslarına karşılık ilk tasarım maliyetlerinin fazla olması ve tekrar tekrar tasarıma açık olmaması bu yapıların yaygın olarak kullanılmamı engellemektedir. Diğer taraftan sayısal işaret işlemci (DSP) çipleri ise, işlemleri sıralı (sequential) olarak gerçekleştirmesinde dolayı çalışma frekansları düşmektedir. Özellikle bu durum en az iki veya üç diferansiyel denklemden oluşan kaotik sistemlerdeki kullanılabilirliğini kısıtlamaktadır.

Kaotik tabanlı sinyal üreteçlerinin gerçekleştirmesindeki diğer yapıların bu dezavantajları farklı tasarım tekniklerinin araştırılmasına neden olmuştur. Özellikle FPGA tabanlı devre yapılarının paralel işlem yapabilmeleri ve yüksek çalışma frekansları elde edilebilmeleri dikkat çekmiştir. Özellikle yüksek frekanslarda çalışma, yayılı spektrum haberleşme sistemlerinde bilgi sinyalinin arka planda gizlenmesini kolaylaştırmaktadır[4]. FPGA yapıları sayısal tabanlı olmaları, düşük maliyetleri, yüksek frekansta işlem yapabilme kapasiteleri ve tekrar programlanabilme özellikleri sayesinde diğer sayısal tabanlı kaos üreteçleri arasında ön plana çıkmaktadırlar [4]. Bu bakımdan bu çalışmada FPGA platformu kullanılarak özellikle HSA yapıları ile birleştirilip sayısal tabanlı devre yapısı sayesinde tasarımı kolay esnek yapılar tamamlanmıştır. Bir sonraki bölümde hücresel sinir ağları hakkında bilgi verilecektir.

II. HSA TABANLI KAOS ÜRETECİ

Ortamda yapısal olarak düzenli olarak yerleşmiş, kısmi bölgede hücre (cell) olarak adlandırılan sinir ağlarından oluşan, karmaşık (complex) düzenler içeren doğrusal olmayan yapılar Hücresel Sinir Ağları (HSA), olarak tanımlanmaktadır [5]. HSA

yapıları örüntü, kaotik sinyal ve görüntü işleme konuları başta olmak üzere bir çok kullanım alanına sahiptir [6-10]. Özellikle kaotik sinyal işleme çalışmalarında HSA tabanlı yapıların kullanılması için *Durum Kontrollü HSA (DK-HSA)* yapıları ortaya konmuştur [9]. Önerilen DK-HSA hücre modelinde doğrusal olmayan durum denklemleri aşağıdaki gibi ifade edilmektedir.

$$\dot{x}_j = -x_j + a_j y_j + i_j + G_o + G_s \quad (1)$$

Önerilen DK-HSA modelinde j boyut indeksini, x_j j . durum değişkeni parametresini, a_j sabit parametresini, i_j denklemin sabit değerini göstermektedir. Denklemden yer alan diğer parametreler olan G_o ve G_s diğer komşu hücrelere ait çıkışların bağlantılarını ifade etmektedir. Denklem(1) ile ifade edilen modelde yer alan G_s orijinal yapı açıklamasından farklıdır [9]. HSA hücresine ait çıkış parametresini ifade eden y_j ise denklem (2) ile ifade edilmektedir..

$$\dot{y}_j = \frac{1}{2} (|x_j + 1| - |x_j - 1|) \quad (2)$$

DK-HSA yapısıyla modellenen genelleştirilmiş Chua devresinin durum denklemleri denklem (1) ile ifade edilebilmektedir [9]. Bu bakımdan düşünüldüğünde farklı kaotik üreteçlerin DK-HSA yapısıyla modellenebileceği ifade edilmektedir [10-12]. DK-HSA yapısıyla tasarlanan kaotik üreteçler RC-tabanlı olduklarından tümleşik yapılara dönüştürülmeye müsaittir [9-12].

Bu çalışma ile DK-HSA tanımlamasıyla elde edilen kaotik işaret üreticinin sayısal devre tabanlı FPGA uygulaması sunulmaktadır. Literatürde sayısal devre tabanlı FPGA devre yapılarının kullanıldığı örnekler yer alırken [13], DK-HSA yapıya sahip kaotik üreticinin kullanıldığı sayısal devre bir uygulamayla karşılaşılmaıdır. Diğer taraftan bu çalışmayla, HSA tabanlı kaos üreteçlerinin, sayısal tabanlı devre yapı örneği olan FPGA ile kullanılabildiği gösterilmektedir.

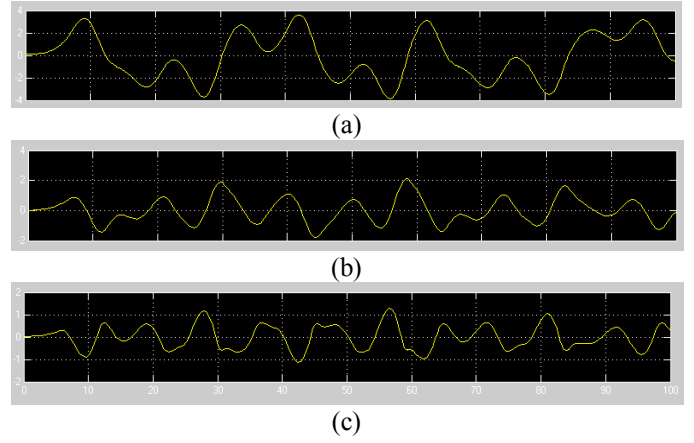
III. DK-HSA TABANLI KAOTİK SİNYAL ÜRETECİNİN FPGA UYGULAMASI

DK-HSA yapıları kullanılarak elde edilen ve denklem (1) ve (2)'de açıklanan üç hücre ağ yapısı kullanılarak tasarlanan kaos sinyal üreticisi olarak düzenlenebilir. Burada modellenen ağ yapısına ait denklemler ve denklemlerin sabitleri denklem(3)'de açıklanmıştır [12].

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= -x_1 + s_{11}x_1 + s_{12}x_2 \\ \dot{x}_2 &= -x_2 + s_{22}x_2 + s_{23}x_3 \\ \dot{x}_3 &= -x_3 + s_{31}x_1 + s_{32}x_2 + s_{33}x_3 + a_{31}y_1 \\ \dot{y}_1 &= \frac{1}{2} (|x_1 + 1| - |x_1 - 1|) \end{aligned} \quad (4)$$

$$s_{11}=s_{12}=s_{22}=s_{23}=1, s_{31}=-0.5, s_{32}=-0.4, s_{33}=0.5, a_{31}=1$$

Denklem (4)'te açıklanan modelin oluşturduğu kaotik sinyalin x dinamiği Şekil 1(a)'da, y dinamiği Şekil 1(b)'de verilirken, z dinamiği Şekil 1(c)'de ifade edilmiştir.



Şekil 1. DK-HSA tabanlı kaotik üreticinin: (a) x dinamiği, (b) y dinamiği, (c) z dinamiği.

Kaotik işaret üreten devreler gerek parametre değişimi ile gerekse de farklı başlangıç şartlarıyla karakteristik özellikleri değişen devreler olması sebebiyle, yeniden yapılandırılabilir sistemler arasında dikkat çeken bir yapıya sahiptir. Ancak kaotik devre yapılarının bu değişime uygun sistemlerde tasarlanarak gerçekleştirilmesi bu avantajların kullanımını gerçek kılar. Bu amaçla önceki bölümlerde de açıklandığı gibi FPGA yapıları esnek ve kolay tasarım özelliklerinden dolayı kaotik devre yapıları için uygundur [14,15].

Ayrıca FPGA yapılarını üretimden sonra bile istenen fonksiyon ve yapıya göre donanımının değiştirilmeye açık olması, bu yapıların uygulanabilirliğini artırmaktadır. VHDL(Very High Speed Integrated Circuit Hardware Description Language), Çok Yüksek Hızlı Entegre Devre Donanımı Tanımlama Dili anlamına gelen kısaltması olup, sayısal tabanlı devre yapılarının tasarımında kullanılır.

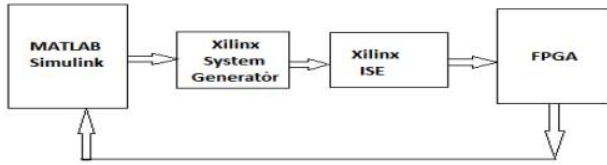
Yapılan çalışma ile DK-HSA denklemleriyle elde edilen kaotik üretic sayısal devre tabanlı FPGA kartında gerçekleştirme amaçlanmıştır. Bu amaçla kullanılan geliştirme kartı Şekil 2'de gösterilen Xilinx Spartan-6 Atlys geliştirme kartıdır.



Şekil 2. Xilinx Atlys Spartan-6 Geliştirme Kartı

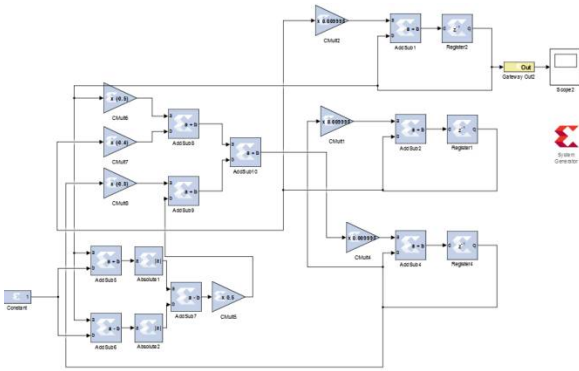
Buna karşın günümüzde FPGA yapılarının tasarımında kullanılan donanım dili VHDL, yerini tasarım aşaması daha

kolay olan şematik yöntemlere bırakmaktadır [13]. FPGA programlanmasında diğer bir yöntem ise Matlab/Simulink toolbox’da Xilinx özel bloklarla gerçekleştirilen şematik tasarımıdır [16]. Bu tasarım aşamaları Şekil 3’de gösterilmektedir. Buna göre Xilinx bloklar ile şematik olarak çizilen sistem modeli daha sonra system generator kullanılarak giriş çıkış bitleri ve VHDL kodlar elde edilir. Nitekim elde edilen VHDL kodlar FPGA kartına yüklenerek sayısal tabanlı kaotik üreteç tamamlanır.



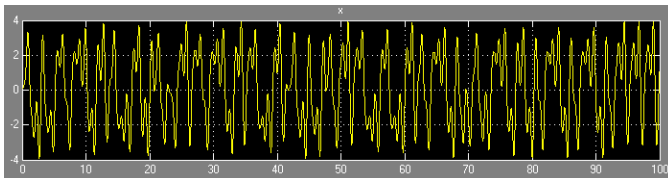
Şekil 3. FPGA tabanlı Xilinx System Generator ile hardware Co-simulation.

Xilinx system generator matematiksel işlem blokları kullanılarak algoritma üretebilen çok kullanışlı bir araçtır. VHDL programlama diline göre kolay tasarımı, geliştirilebilmesi önemli avantajıdır. Buradan yola çıkarak daha önce üç hücreli ağ yapısı olarak tasarlanan kaotik denklemler Şekil 4’de gösterildiği gibi Xilinx bloklar kullanılarak tasarlanmıştır.

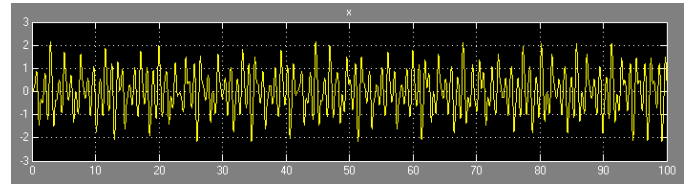


Şekil 4. DK-HSA tabanlı kaotik üretcin Xilinx System Generator kullanılarak elde edilen devre şeması

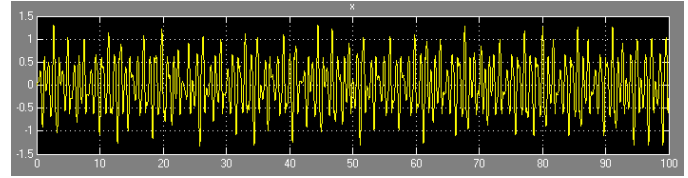
Xilinx System Generator kullanılarak elde edilen kaotik üretece ait sistem dinamikleri Şekil 5’de gösterilmekte olup, Şekil 1’de gösterilen sistem dinamiklerine göre yüksek frekanslarda sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlar özellikle yayılı spektrum haberleşmede bilgi sinyallerininin arka planda saklanmasına büyük katkı sağladığı için oldukça önemlidir.



(a)



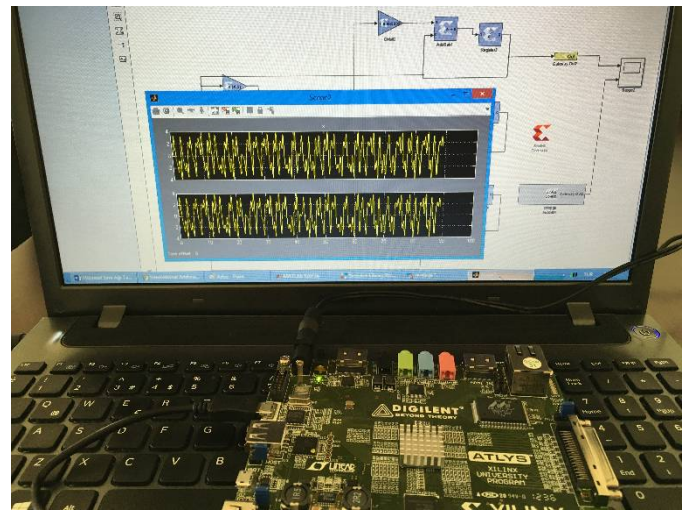
(b)



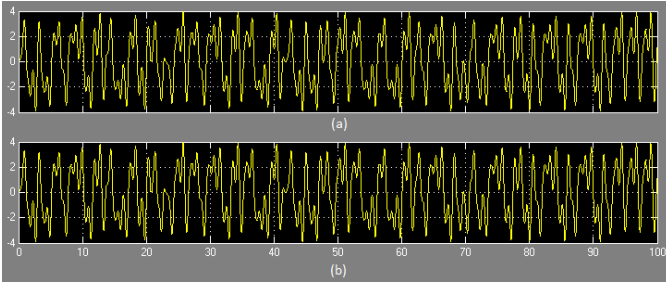
(c)

a) X-dinamiği, b) Y-Dinamiği, c) Z-Dinamiği

DK-HSA tabanlı kaotik sinyal üretici xilinx bloklarla çizildikten sonra FPGA geliştirme kartı ile eş zamanlı simülasyonu gerçekleştirilmiştir. Şekil 6'da gösterildiği gibi Xilinx System Generator kullanılarak elde edilen çıkış aynı zamanda FPGA geliştirme kartına ait işlemcilerle birlikte eş zamanlı olarak simüle edilmiştir. Elde edilen sonuçlar aynı scope'da karşılaştırıldığında küçük bir kayma Şekil 7'de gösterildiği gibi elde edilmiştir. Bu işlem ayrıca HDL coder çalıştırılarak DK-HSA kaotik generatore ait VHDL kodlar üretilmiştir.

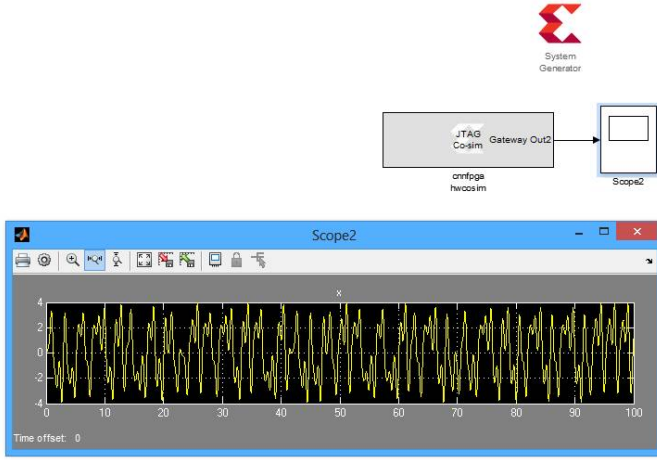


Şekil 6. Matlab/Simulink ve FPGA geliştirme kartı Co-Simulation Uygulaması



Şekil 7. DK-HSA kaotik generator a) X-dinamiği, b) Y-Dinamiği, c) Z-Dinamiği

Xilinx System Generator kullanılarak elde edilen VHDL kodlar Şekil 8’de gösterildiği gibi hardware co-simulation haberleşme bloğu ile FPGA geliştirme kartına yüklenerek çalışma tamamlanmıştır.



Şekil 8. VHDL Kodla ile Simule edilen DK-HSA kaotik generatore ait X dinamiği

Bu tasarım yöntemi ile istenildiğinde şematik olarak yeniden tasarlanan sistemde HDL kodlarla uğraşmadan kolay ve esnek değişiklik imkanı sunmaktadır. Bu da yeni modellerin ve sistemlerin hızlı tasarımına ve yeni tasarımlara ait sonuçların daha kolay karşılaştırılmasına imkan sağlamaktadır.

IV. SONUÇ

Bu çalışma DK-HSA ile modellenen sayısal tabanlı kaotik üreteçlerin Xilinx System Generator kullanılarak tasarım kolaylığı sağlamaktadır. Yapılan uygulama ile kaotik devre parametrelerini kolayca değiştirme imkanı sunan ve diğer devre modellerine göre uygulanması kolay olan FPGA tabanlı bir çalışmadır. Bu çalışma ile analog tabanlı devre yapılarında yaşanan parametre ayarlama zorluklarının aşılması amaçlanmış, Xilinx System Generator ile HDL programlama

dili aşamalarını kolaylaştıran Xilinx toolbox ile daha basit tasarım ve analiz yöntemi sunan bir örnek ortaya konmuştur.

KAYNAKÇA

- [1] Yuxi, Zhang, et al. "Methods and experience of using Matlab and FPGA for teaching practice in digital signal processing." Education and Management Technology (ICEMT), 2010 International Conference on. IEEE, 2010.
- [2] Zhang, Yiwei, Zexiang Liu, and Xinjian Zheng. "A chaos-based image encryption asic using reconfigurable logic." Circuits and Systems, 2008. APCCAS 2008. IEEE Asia Pacific Conference on. IEEE, 2008.
- [3] Wang, Qianxue, et al. "Theoretical Design and FPGA-Based Implementation of Higher-Dimensional Digital Chaotic Systems." IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers 63.3 (2016): 401-412.
- [4] Amini, S., and A. L. Steele. "A digital chaos generator for use within chaos encrypted communication systems." 2009 2nd International Workshop on Nonlinear Dynamics and Synchronization. 2009.
- [5] Chua, L. & Yang, L., "Cellular neural networks: Theory", *IEEE Trans. Circuits Syst.*, 35, 732–745, 1988.
- [6] Chua, L.O ve Yang, L., "Cellular Neural Networks: Applications", *IEEE Transaction on Circuits and Systems*, Vol 35, No.10 ; s.1273-1290. 1988.
- [7] Chua, L.O., and Roska, T., "The CNN paradigm", *IEEE Transactions on Circuits and Systems -I*, 40, pp.147-156,1993.
- [8] L.O. Chua., *CNN: A Paradigm for complexity*, World Scientific Series on Nonlinear Science, Series A- Vol. 31, World Scientific Publishing, 1998.
- [9] Arena, P., Baglio, S., Fortuna, L. & Manganaro, G., "Chua's circuit can be generated by CNN cells," *IEEE Trans. Circuits Syst.*, 142, 123–125, 1995.
- [10] Kılıç, R., Alçı, M. & Günay, E., "A SC-CNNbased chaotic masking system with feedback", *Int. J. Bifurcation and Chaos*, 14, 245–256, 2004.
- [11] Günay, E. , "MLC circuit in the frame of CNN", *Int. J. Bifurcation and Chaos*, 20, 3267–3274, 2010.
- [12] Günay E. "A New Autonomous Chaos Generator from State Controlled Cellular Neural Networks", *Int. J. Bifurcation & Chaos*, Vol.22, No.3, 2012.
- [13] Liu, Zhiping, Jinhua Zhang, and Hanyu Liu. "Design of the differential chaos shift keying communication system based on DSP builder." Computer Modelling&New Technologies 138-143, 2014.
- [14] Wang, Guangyi, et al. "A new modified hyperchaotic Lü system." *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 371.2 (2006): 260-272.
- [15] Wang, Guangyi, et al. "A chaotic system and its circuitry implementation." *Proceedings. 2005 International Conference on Communications, Circuits and Systems, 2005.. Vol. 2. IEEE, 2005.*
- [16] The MathWorks and Xilinx Plans web page: <http://www.mathworks.com/>

Hücresel Sinir Ağı Tabanlı DCSK ve COOK Haberleşme Sistemlerinin Performans Analizi

Performance Analysis of Cellular Neural Network Based Communication Systems DCSK and COOK

Enis GÜNAY

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
Erciyes Üniversitesi
Kayseri, Türkiye
egunay@erciyes.edu.tr

Kenan ALTUN

Elektronik ve Otomasyon Bölümü
Cumhuriyet Üniversitesi
Sivas, Türkiye
kaltun@cumhuriyet.edu.tr

Özetçe - Bu çalışma, HSA(Hücresel Sinir Ağı) (Cellular Neural Network – CNN) tabanlı bir kaos üretici ile yayılı spektrum haberleşme örneği olan *Diferansiyel Kaos Kaydırmalı Anahtarlama (DKKA) (Differential Chaos Shift Keying-DCSK)* ve *Açık Kapalı Kaotik Anahtarlama (AKKA) (Chaotic On Off Keying-COOK)* haberleşme sisteminin bilgisayar benzetimleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, her iki haberleşme sisteminin bit-hata oranı (bit error rate - BER) ve gürültü sinyal oranı (signal to noise ratio - SNR) performansları HSA tabanlı kaotik üreteç ve diğer kaotik üreteçler kullanılarak gösterilmektedir.

Anahtar Kelimeler — Hücresel Sinir Ağları, Yayılı Spektrum Haberleşme, DKKA, AKKA.

Abstract - This study, a sample of a *Differential Chaos Shift Keying – DCSK* and *Chaotic on-Off Keying – COOK* spread spectrum communication system using a *Cellular Neural Network – CNN* based chaos generator was carried out computer simulations of communication system. As a result, the bit-error rate of each communication system (bit error rate - BER) and signal to noise ratio (signal to noise ratio - SNR) performance of CNN based are shown using chaotic generators and other chaotic generators.

Index Terms — Cellular Neural Network, Spread Spectrum Communication, DCSK, COOK.

I. GİRİŞ

Hücresel Sinir Ağları (HSA), modellenen sistemde hücre adı verilen ve nöron yapılarının oluşturduğu uzayda düzgün olarak dağılmış, karakterisitik yapısı düzensiz olan dinamik yapı olarak ifade edilir [1]. HSA bu yapısal karakteristikleri ile bir çok kullanım alanı sunmaktadır. Başlıca kullanım alanları içerisinde kaotik sinyal üreteçleri ve görüntü analizi gibi çalışma alanı bulunmaktadır [2-4]. HSA yapıları ile modellenen kaotik sinyal üreteçlerini yeniden modellemek ve tümleşik yapılara uygun hale getirmek için *Durum Kontrollü HSA (DK-*

HSA) olarak bilinen model kullanılmıştır [5]. Bu yapıya ait bölgesel olarak tanımlanmış ağ yapısının genelleştirilmiş ifadesi denklem(1) ile verilmektedir.

$$\dot{x}_j = -x_j + a_j y_j + i_j + G_c + G_o \quad (1)$$

Denklem(1) ile ifade edilen genelleştirilmiş yapıda x_j durum değişkenini, a_j sabit katsayısı, i_j eşik değeri, j birim indeksini tanımlamaktadır. G_c ve G_o diğer yapıların çıkış ve durum değişkeni parametrelerini ifade etmektedir. HSA yapısının çıkış fonksiyonu olan y_j denklem (2) ile tanımlanmaktadır.

$$\dot{y}_j = \frac{1}{2} (|x_j + 1| - |x_j - 1|) \quad (2)$$

Bilinen birçok kaotik üreteç olmak üzere kaotik yapılar *DK-HSA* yapıları ile yeniden tasarlamak mümkündür [6-8]. *DK-HSA* devre yapıları ile gerçekleştirilen kaotik sinyal üreteçleri *RC* devre tabanlı olduklarından diğer kaotik sinyal üreteçlere göre tümleşik entegre yapılarına dönüştürülebilir [5-8]. Kaotik sinyal üreteçlerinin taşıyıcı işaret olarak kullanıldığı dar bantlı haberleşme sistemlerinin kullanım alanlarının genişlemesiyle, *Pecora-Carroll*'un 1990'da ortaya koydukları kaotik sistemlerin senkronize olarak güvenli haberleşmenin sağlanabileceğini ortaya koymuştur [9]. Haberleşme sistemlerinde bilgi sinyalinin alıcı devrelerde elde edilebilmesi için devamlı senkronize olması gereken analog devre tabanlı kaotik maskeleyme ve modülasyon yapılarına ek olarak, sürekli senkronizasyona ihtiyaç duymayan anlık kaotik senkronizasyon kullanan haberleşme sistemlerinin de kullanıldığı bilinmektedir. Sayısal devre tabanlı bu kaotik haberleşme yapıları kaotik kaymalı anahtarlama (*chaos shift keying - CSK*) [10], açık kapalı kaotik anahtarlama (*chaos on off keying - COOK*) [11], diferansiyel kaotik kaymalı anahtarlama - *DKKA (Differential Chaos Shift Keying – DCSK)* [12,13], kaudratür kaotik kaymalı anahtarlama (*quadrature*

chaos shift keying - QCSK) [14] kaotik haberleşme sistemlerinden bazılarıdır. Kaos osilatör yapılarının ana karakteristiği olan, devre parametrelerine ve ilk değerlerine karşı yüksek hassasiyeti belirgin olarak öne çıkmaktadır. Diğer taraftan bu yapıların çalışma karakteristiklerinin düzensiz olması, sürekli senkronize ihtiyacı olmayan sayısal kaotik haberleşme yapılarını popüler kılmıştır. Sayısal devre tabanlı haberleşmelerde görülen gürültü peobleminin kaotik yapılarda daha iyi performans sağlaması bu haberleşme türünün önemini artırmaktadır [12].

Çalışma neticesinde HSA devre yapılarını kullanarak elde edilen kaos işaret üreteçlerinin yer aldığı DCSK ve COOK haberleşme sistemlerinin bir örneği sunulmaktadır. Nitekim elde edilen sonuçlar ile kaotik haberleşme sistemlerinin gürültü performanslarının analizi ortaya konmuştur.

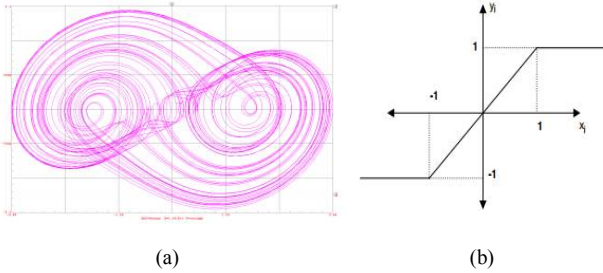
II. HSA TABANLI KAOS ÜRETECİ

DK-HSA'nın genelleştirilmiş denklemleri denklem (1) ve (2)'de verilmişti, buradan yola çıkarak elde edilen kaotik sinyal üreticisine ait dinamik sistemlerden denklem (3)'de verilmektedir.

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= -x_1 + c_{11}x_1 + c_{12}x_2 \\ \dot{x}_2 &= -x_2 + c_{22}x_2 + c_{23}x_3 \\ \dot{x}_3 &= -x_3 + c_{31}x_1 + c_{32}x_2 + c_{33}x_3 + c_{31}y_1 \\ \dot{y}_1 &= \frac{1}{2}(|x_1 + 1| - |x_1 - 1|) \end{aligned} \quad (3)$$

$$c_{11}=c_{12}=c_{22}=c_{23}=1, c_{31}=-0.5, c_{32}=-0.4, c_{33}=0.5, c_{31}=1$$

DK-HSA yapı kullanılarak elde edilen yeni kaotik yapıya ait kaotik işaretin x_1 - x_2 dinamikleri Şekil 1(a)'da verilirken, kaos sinyal üreticisine ait çıkış karakteristiği Şekil 1(b)'de verilmektedir.



Şekil 1. HSA yapı kaos osilatörün: (a) x_1 - x_2 kaos işareti, (b) $x(t)$ - $y(t)$ çıkış fonksiyonu.

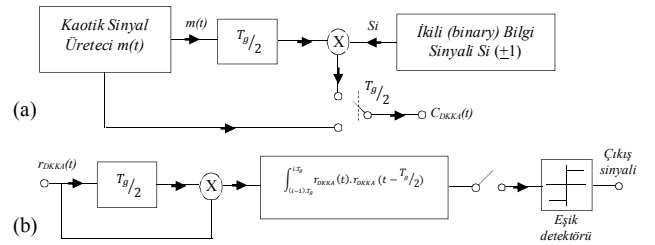
Yapılan çalışma sürekli kaotik senkronizasyon yerine anlık senkronize olan sayısal devre tabanlı haberleşme sistemlerinden DCSK ve COOK haberleşme yöntemlerinin BER/SNR performansının analizi yapılacaktır. Üçüncü bölümde bu sistemler ayrıntılı olarak anlatılacaktır.

III. YAYILI SPEKTRUM HABERLEŞME YÖNTEMLERİ

Düşük frekanslı bir bilgi sinyalinin yüksek frekanslı taşıyıcı ile yayını, bilgi sinyalinin band genişliğini artırmaz. Diğer taraftan ise işaretin güç spektral yoğunluğunun azalmasına neden olur. Güç spektral yoğunluğundaki azalma, bit hata oranını değiştirmemesine rağmen sinyali arkaplan gürültüsü içerisinde gizlenmesini ve diğer kaynaklar tarafından erişilmesini zorlaştırmaktadır [15].

Kaos tabanlı taşıyıcı üreteç kullanılan geniş band haberleşme geleneksel geniş band haberleşme sistemlerine göre daha avantajlıdır. Bu yapıların kaotik osilatörler kullanılarak elde edilmesi kaotik osilatörlerin karakteristik avantajlarını da bu sisteme adapte eder. Kaotik sistemlerin ilk değer hassasiyeti, parametre çeşitliliği ve tahmin edilemeyen yapısı haberleşme sistemlerindeki güvenlik beklentileri gibi önemli özellikleri ön plana çıkmaktadır [16].

Sayısal devre tabanlı kaos sinyal üretici kullanılarak gerçekleştirilen haberleşme sistemleri gürültü bağıışıklığı açısından karşılaştırıldığında DCSK en iyi performansı göstermektedir. Ayrıca sistem performansı gerek analog gerekse de sayısal bilgi transferlerinde aynı performansı göstererek kaotik sürekli senkronize yapılar arasında dikkat çekmektedir. DCSK haberleşme sistemine ait alıcı ve verici blok şemaları Şekil 2'de gösterilmektedir. Sistem analiz edildiğinde verici kısmında gösterilen bilgi sinyali S_i , kaos işaret üreticinin ürettiği işaret ile iletilmektedir. İletilen işarete her bit ($S_i = -1, +1$) farklı kaotik işaret kısımları ile iletilmektedir. İlk kısım referans işareti taşıırken ikinci kısım bilgi sinyalinin taşıyıcıdır. Verici çıkışına ait sistemin eşitliği $c_{DKKA}(t)$ denklem (4) ile gösterilmektedir.



Şekil 2. a) DCSK verici blok şema, b) DCSK alıcı blok şema [12].

$$c_{DKKA}(t) = \begin{cases} m(t); & 0 \leq t < T_g/2 \\ \pm m(t - T_g/2); & T_g/2 \leq t < T_g \end{cases} \quad (4)$$

Yukarıdaki denklemde T_g ile verilen gecikme zamanını göstermektedir. DCSK yöntemi verici kısmında üretilen kaos işareti, gecikme zamanının yarısı kadar ($T_g/2$) geciktirilerek iletimden önce bilgi işareti ile korele edilmektedir. Şekil 2'de verici blok şema gösterilen $c_{DKKA}(t)$ sinyaline gürültü eklenerek iletim hattına yayını yapılır.

$$r_{DKKA}(t) = c_{DKKA}(t) + g(t) \quad (5)$$

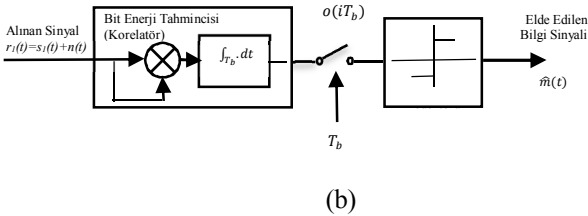
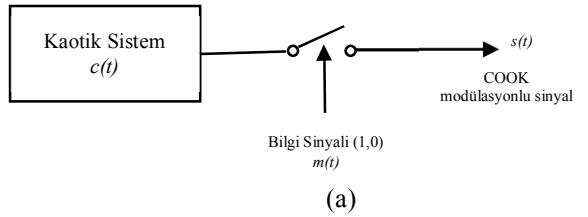
Verici devrenin çıkışında elde edilen gürültü eklenmiş yapı denklem (5) ile ifade edilmektedir. Verici çıkışında ki sinyal alıcı devrede tekrar gecikme zamanının yarısı kadar kaydırılıp kendisi ile korelasyona tabi tutularak bir integratöre tabi tutulmaktadır.

$$\int_{(i-1)T_g}^{iT_g} r_{DKKA}(t) \cdot r_{DKKA}(t - T_g/2) \quad (6)$$

İntegratör çıkışındaki sinyal gecikme zamanı periyodunda eşik dedektörüne tabi tutularak elde edilen sinyal sıfırdan büyükse +1 olmakta değilse sıfır olmaktadır.

Diğer bir yayılı spektrum haberleşme örneği olan, *Açık kapalı kaotik anahtarlama (AKKA)* sistemi diferansiyel kaotik kaymalı anahtarlama (DKKA) sisteminin sadece bir kaotik işaretini kullanan kaos tabanlı sayısal modülasyon tekniğidir. Şekil 3’de bir AKKA haberleşme sistemine ait verici ve alıcı kısımları blok şemalar ile gösterilmektedir. Aynı şekilde AKKA haberleşme yönteminde de bilgi sinyali S_i kaos işaret üretici tarafından iletilmektedir. Bilgi sinyali anahtarlama anında “1” bilgisini içeriyorsa kaotik üretcin alıcıya aktarılmasını, “0” bilgisini içeriyorsa alıcıya sıfır bilgisini gönderir.

AKKA sayısal modülatör devresinden gelen sinyal $s(t)$ haberleşme iletim hattı boyunca gürültü sinyali eklenerek alıcı devredeki demodülatör devresine gönderilir. Alıcı devreye gelen gürültü eklenmiş işaret $r(t)$ kendisi ile korelasyona tabi tutulup, integratöre aktarılır ve eşik dedektörüne gönderilir. Gürültü eklenmemiş modüleli sinyale ait “1” ve “0” bilgisine göre korelasyon sonucu denklem 7’deki gibi olur. Korelasyon çıkışında elde edilen sinyal eşik dedektörüne tabi tutularak bilgi sinyali elde edilir [17, 18].



Şekil 3. a) COOK yapısı verici blok şeması, b) COOK yapısı alıcı blok şeması.[17,18]

$$s(t) = \begin{cases} c(t), & 1 \text{ bilgisi için} \\ 0, & 0 \text{ bilgisi için} \end{cases} \quad (7)$$

AKKA haberleşme yönteminin verici devresinde elde edilen kaos işareti, anahtarlama zamanı boyunca (T_b) bilgi sinyali ile korelasyona tabi tutulmakta ve verici çıkışından iletim hattına aktarılarak, iletim hattı boyunca modüleli işaret gürültü eklenerek alıcı devreye gönderilmektedir.

$$\begin{aligned} o(iT_b) &= \int_{(i-1)T_b}^{iT_b} r^2(t) dt = \int_{(i-1)T_b}^{iT_b} [s(t) + n(t)]^2 dt \\ &= \int_{(i-1)T_b}^{iT_b} s^2(t) dt + 2 \int_{(i-1)T_b}^{iT_b} s(t) \cdot n(t) dt + \int_{(i-1)T_b}^{iT_b} n^2(t) dt \end{aligned} \quad (8)$$

Denklem (8) ile gösterilen gürültü eklenmiş AKKA haberleşme sistemine ait verici devresindeki çıkış görülmektedir. Alıcı devrede bu işaret kendisi ile çarpılmakta ve denklem (9)’da da ifade edildiği gibi eşik dedektöründen geçirilmektedir.

$$o(iT_b) = \begin{cases} \int_{(i-1)T_b}^{iT_b} c^2(t) dt, & 1 \text{ bilgisi} \\ 0, & 0 \text{ bilgisi} \end{cases} \quad (9)$$

Eşik dedektörü devresinde integrasyon işlemine tabi tutulan sinyal içerisindeki her bir sembol, anahtarlama T_b süresince eşik seviyesi sıfır olan bir detektöre örneklenmekte ve örneklenen işaret sıfırdan büyükse çıkış +1, değilse sıfır olmaktadır.

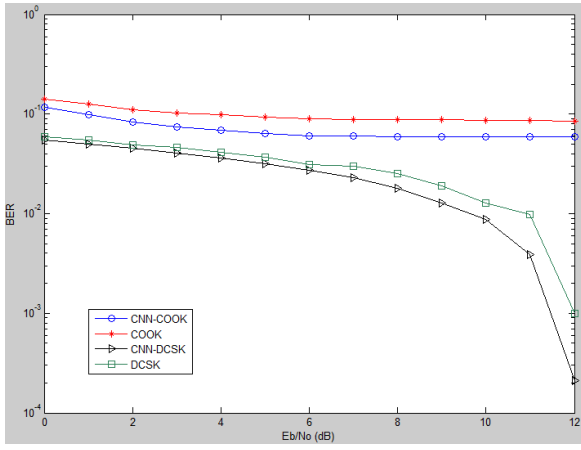
IV. UYGULAMA SONUÇLARI

AKKA haberleşme sistemi ve DKKA haberleşme sistemlerinin HSA tabanlı ve diğer kaotik üreticiler kullanılarak bilgisayar benzetimi gerçekleştirilmiştir. Bilgisayar benzetimi esnasında farklı gürültü oranlarıyla elde edilen BER-SNR grafiği Şekil 4’te verilmektedir.

Buradan da görüldüğü üzere hem AKKA haberleşme sisteminde hem de DKKA haberleşme sisteminde kullanılan HSA tabanlı kaotik üreticilerin gürültü performanlar daha başarılı gözükmemektedir. Burada her iki haberleşme yöntemi için denklem(10) ile hesaplanan bit hata oranları Şekil 4’de *Gaussian* bir dağılım ile gösterilmektedir [19].

$$BER = 1/2 \operatorname{erfc} \left(\sqrt{\frac{E_b}{4N_o} \left(1 + \frac{\beta N_o}{2E_b} \right)^{-1}} \right) \quad (10)$$

Denklem (10) ile verilen ifadede tümleşik hata erfc ile, gürültü dağılımı $N_o/2$, modülatör çıkışı bit enerjisi ise E_b ile ifade edilmektedir [19].



Şekil 4. AKKA-DKKA sistemlerinin DK-HSA devre yapıları katık üretici ve diğer kaos üreticiler için BER-SNR performansı.

V. SONUÇ

Bu çalışma DK-HSA ile modellenen kaotik üreticilerin sayısal tabanlı haberleşme sistemleri olan AKKA ve DKKA haberleşme sistemlerine ait gürültü performansının etkisi araştırılmıştır. Nitekim ki araştırma neticesinde elde edilen sonuçlar DK-HSA tabanlı kaotik üreticilerin BER-SNR performansının daha başarılı olduğu yapılan uygulama ile ortaya konmuştur.

KAYNAKÇA

- [1] Chua, L. & Yang, L., "Cellular neural networks: Theory", *IEEE Trans. Circuits Syst.*, 35, 732–745, 1988.
- [2] Chua, L.O ve Yang, L., "Cellular Neural Networks: Applications", *IEEE Transaction on Circuits and Systems*, Vol 35, No.10 ; s.1273-1290. 1988.
- [3] Chua, L.O., and Roska, T., "The CNN paradigm", *IEEE Transactions on Circuits and Systems -I.*, 40, pp.147-156,1993.
- [4] L.O. Chua., *CNN: A Paradigm for complexity*, World Scientific Series on Nonlinear Science, Series A- Vol. 31, World Scientific Publishing, 1998.

- [5] Arena, P., Baglio, S., Fortuna, L. & Manganaro, G., "Chua's circuit can be generated by CNN cells," *IEEE Trans. Circuits Syst.*, 142, 123–125, 1995.
- [6] Kılıç, R., Alçı, M. & Günay, E., "A SC-CNNbased chaotic masking system with feedback", *Int. J. Bifurcation and Chaos*, 14, 245–256, 2004.
- [7] Günay, E. , "MLC circuit in the frame of CNN", *Int. J. Bifurcation and Chaos*, 20, 3267–3274, 2010.
- [8] Günay E. "A New Autonomous Chaos Generator from State Controlled Cellular Neural Networks", *Int. J. Bifurcation & Chaos*, Vol.22, No.3, 2012.
- [9] Pecora, L. M., Carroll, T. L., "Synchronization in Chaotic Systems", *Physical Review Letters*, Vol. 64, pp. 821-824, Feb., 1990.
- [10] Dedieu H, Kennedy M, and Hasler M., "Chaos shift keying: modulation and demodulation of a chaotic carrier using self-synchronizing Chua' s circuits", *IEEE Transactions on circuits and systems II*, 40(10), 634-643, 1993.
- [11] Abdullah H, Valenzuela A., "Performance Evaluation of FM-COOK Chaotic Communication system", *Journal of Signal and Information Processing (JSIP)*, 2(3):175-177, 2011.
- [12] Kolumbân G, Vizvari G and Schwarz W., "Differential chaos shift keying: a robust coding for chaos communication", *Proceedings of International Workshop on Nonlinear Dynamics of Electronic Systems*, 1(1):92-97, 1996.
- [13] Majeed M. "Implementation of Differential Chaos Shift Keying Communication System Using Matlab-Simulink". *Journal of American Science*, 10(10):240-244, 2014.
- [14] Galias Z, and Maggio M. "Quadrature chaos-shift keying: theory and performance analysis", *IEEE Transactions on Circuit and Systems I*, 48(12):1510-1518, 2001.
- [15] Tam W., Lau F., Tse, C., "Digital Communications with Chaos", Elsevier, 2006.
- [16] Lau F. C. M., Tse C. K., "Chaos-Based Digital Communication Systems", Springer, 2003.
- [17] Stavroulakis, P., *Chaos applications in telecommunications*, CRC Press, pp.125-169, USA, 2006.
- [18] Tam, W.M., Lau, F.C.M. and Tse C.K., *Digital communications with chaos: multiple access techniques and performance*, Elsevier Ltd., pp.11-31, 2007.
- [19] M. Sushchik, L. S. Tsimring, and A. R. Volkovskii, "Performance analysis of correlation-based communication schemes utilizing chaos", *IEEE Trans. Circuits and Systems*, vol. 47, pp. 1684–1691, 2000.

Doğrusal Olmayan ve Farklı Kanal Modellerinde ANFIS Tabanlı Denkleştiricinin Performans Değerlendirmesi

Ferhat Bozkurt¹Faruk Baturalp Günay²Önder Çoban³

Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Atatürk Üniversitesi, Erzurum
e-posta: {fbozkurt, baturalp, onder.coban}@atauni.edu.tr

Özet— Kanaldaki bozucu etkiler kablosuz haberleşme sistem performansını etkileyen önemli faktörlerden biridir. Kanallar üzerinden veri iletim oranı, simgeler arası girişim ve ilave gürültüden ötürü sınırlıdır. Bu çalışma, dijital iletişim alıcıları için doğrusal olmayan kanallarda ANFIS tabanlı denkleştiriciyi diğer uyarlanırlı kanal denkleştiriciler LMS, RLS ile karşılaştırmaktadır. Çalışmamızda, mobil hücresel ağlarda sıkça görülen CCI, ACI girişim etkilerini azaltmak için önerilen ANFIS tabanlı kanal dengeleme tekniğinden alınan performans değerlendirme sonuçları sunulmaktadır. Ayrıca, ANFIS tabanlı denkleştirici simülasyonunda, farklı kanal transfer fonksiyonuna sahip farklı kanallar üzerinde denkleştiricinin performans değerlendirilmesi yapılmaktadır. Performans değerlendirilmesi, kanaldaki farklı gürültü güçleri için bit hata oranı (BHO) cinsinden yapılmaktadır. Bant verimliliği ile dijital veri iletişimini kolaylaştırmak ve kanalın bozucu etkilerini ortadan kaldırmak amacıyla, doğrusal olmayan kanallarda ANFIS tabanlı denkleştiricinin kullanımı daha iyi performans vermektedir.

Anahtar kelimeler — ANFIS, kanal denkleştirici, sayısal iletişim, zamanla değişen kanallar, simgeler arası girişim.

Abstract— The disruptive effects in channel is one of the important factors affecting the performance of digital communication systems. The rate of data transmissions over the channels is limited due to the effects of inter-symbol interference and additive noise. This paper compares the ANFIS based equalizer with other traditional adaptive LMS and RLS equalizers on non-linear channels for the digital communication systems. In this study, we present the performance evaluation results of ANFIS based channel equalization in order to reduce the effects of CCI and ACI interference problems in mobile cellular network. In addition, the performance evaluation of equalizer, which have different channel transfer functions, is done on different channels in ANFIS-based equalizer simulation. The performance is evaluated in terms of bit-error rate (BER) for different noise powers in the channels. ANFIS based equalizer gives better performance on non-linear channels in order to eliminate the distorting effect of the channel and facilitate digital data communication for bandwidth efficiency.

Keywords — ANFIS, channel equalizer, digital communication, time-varying channels, inter-symbols interference.

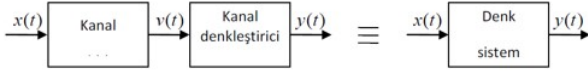
I. GİRİŞ

Sayısal haberleşme sistemleri için yüksek veri hızında bilginin en güvenilir ve doğru bir şekilde taşınması amaçlanır. Geniş bantlı iletişim sistemlerinde karşılaşılan sorunların büyük bir kısmının kaynağı iletişim kanalıdır. Zamanda yayılmış, çok yollu, bant sınırlı kanalların neden olduğu simgeler arası girişim, alıcıda bit hatalarına neden olur. Simgeler arası girişim gezgin radyo kanallarında yüksek hızlı veri haberleşmesinin önündeki en büyük engellerden biri olarak gösterilmektedir [1]. Sistem başarımını büyük oranda düşüren olumsuz kanal etkilerinin alıcıda bir şekilde giderilmesi gerekmektedir. Bu işlem kanal denkleştirme olarak adlandırılır. Bir diğer tanımda, bozucu etkileri yok etmek üzere örneklenmiş sinyale uygulanan süzgeç, denkleştirici olarak adlandırılır [2].

Kanal denkleştirme işlemi, aslında alınan işaretlerin aynı kanalın tersine tekrar uygulanması demektir. Bu amaca ulaşılabilmesi için, alıcı tarafında kanal bilgisinin veya, doğrudan kanal tersinin elde edilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sebeple, kanalın kendisini veya kanalın tam tersini (kanal denkleştirici) kestirebilme amacıyla birçok algoritma kullanılmaktadır. Haberleşme kanalının doğal olarak zamana bağlı olarak değişmesi durumunda, denkleştiricinin kanala ait değişimleri takip edebilmesi gerekmektedir. Bu tür kanal denkleştiriciler, uyarlanırlı kanal denkleştiriciler olarak adlandırılırlar [3]. Gezgin haberleşme sistemlerinde, haberleşme kanalında iletilen işaret bozulur, alıcı tarafında verinin çözülmesi zorlaşır ve tahmin edilemeyen hatalar oluşur. Kanala ait ideal olmayan frekans cevabı nedeniyle oluşan etkileri yok edip daha iyi bir çözümleme yapmak için alıcı tarafta veya demodülatör kısmında çeşitli filtreler veya denkleştiriciler kullanılır.

Sayısal haberleşme sistemleri için yüksek veri hızında bilginin en güvenilir ve doğru bir şekilde taşınması amaçlanır. Fakat alıcı tarafından gönderilen bilginin elde edilmesi esnasında bozucu etkiler bulunmaktadır. Bilginin darbe şeklini bozan bu etkiler simgeler arası girişim ve kanallar arası girişimdir [1]. Bilgi iletiminde simgeler arası girişim (ISI, Intersymbol Interference) ve kanallar arası girişim (ICI, Interchannel Interference) bilginin darbe şeklini bozucu etki gösterir [1][3]. Bu nedenle oluşan bu etkilerden kurtulmak ve gürültünün etkisini en aza indirmek için çeşitli metotlar

geliştirilmiştir [3]. Söz konusu bozucu etkilerden biri olan simgeler arası girişim, kanaldaki işaretlerin gecikme yayılımına bağlı olarak, en az iki simgenin aynı anda kanalda bulunmasından kaynaklanmaktadır [4]. Alıcı tarafta, kanalda alınmış olan her bir örnekte birden fazla simge yer işgal ettiğinden, verici tarafından hangi simgenin gönderilmiş olduğuna dair karar verirken hatalar meydana gelebilmekte ve sistem başarımı düşmektedir. Kanal denkleştirici kullanılarak simgeler arası girişime karşı önlem alınmaktadır. Bilginin iletimi esnasında gönderici ve alıcı arasındaki bozucu etkilerden kurtulmayı sağlayan bu metotlar, genel olarak kanal denkleştirme problemini çözmek üzere yoğunlaşmaktadır. Bir denkleştirici alıcıda çok büyük hesaplamalar içeren kısmı kullanır. Verinin kanal üzerinden geçerek denkleştiricide kanalda meydana gelen değişimlerin takibi ile gönderici ile alıcı arasındaki denk sistemin blok şeması Şekil-1'deki gibidir.



Şekil 1. Kanal, kanal denkleştirici ve denk sistem

Kanal ve kanal denkleştirici ardışık bağlı iki filtredir. Bu iki filtrenin oluşturduğu yeni filtrenin vuruş tepkisi, sistemdeki ISI'nın ne kadar giderilebileceğini belirlemektedir. Kanal filtresi ile kanal denkleştirici filtresi birbirlerinin tersi filtrelerdir. Kanal filtresi sonlu olduğundan, bunun tersi olan kanal denkleştirici filtresi sonsuz uzunlukta olacaktır. Bu yüzden ISI'nı tamamen ortadan kaldırılması söz konusu değildir. Arzulanan iletişim kalitesini sağlayacak sınırlar içerisine çekilmesi asıl amaçtır.

Bu çalışmada, doğrusal olmayan kanallarda ANFIS tabanlı denkleştiriciyi diğer uyarlanabilir kanal denkleştiriciler LMS, RLS ile karşılaştırarak bit-hata oranları ile performans değerlendirmesi yapılmaktadır. Ayrıca, ANFIS tabanlı denkleştiricide, farklı kanal transfer fonksiyonuna sahip farklı kanallar üzerinde denkleştiricinin performans değerlendirilmesi yapılmaktadır.

Bu çalışmanın geri kalan diğer kısımlarında: bölüm 2'de kablosuz iletişim kanallarında ve hücresel mobil iletişimindeki bir takım problemlerden ve bunlara getirilen çözümlerden bahsedilmiştir. Bölüm 3'de klasik uyarlanabilir kanal denkleştiricilerden ve bunların avantaj dezavantajlarından bahsedilmiştir. Bölüm 4'de simülasyonu gerçekleştirilen ANFIS tabanlı denkleştirici ve ANFIS mimarisi anlatılmaktadır. Bölüm 5'de simülasyon içerisindeki bazı deneysel çalışmalardan ve farklı kanal modellerinde ANFIS tabanlı uyarlanabilir denkleştiricinin performans değerlerinin karşılaştırmalarından bahsedilmektedir.

II. KABLOSUZ İLETİŞİM KANALLARINDA VE HÜCRESEL MOBİL İLETİŞİMİNDEKİ PROBLEMLER

Kablosuz haberleşmede, kanalın elektromanyetik dalganın yayılımı veya filtreleme etkileri esnasında oluşan saçılım, kırınım ve yansıma sonucu ortaya çıkan çok yolluluk gibi etkiler sebebiyle frekansla değişen genlik ya da faz bozulmaları

ortaya çıkmaktadır. Binalar, tepeler ve yüksek nesnelerden yansiyarak alıcıya ulaşan işaretler, bozucu etkiler oluşturarak OFDM sisteminin performansını olumsuz yönde etkiler. Bu etkiler çok yollu yayılım olarak adlandırılır. Çok yollu yayılım, alınan işaretin genliğinde ve fazında ani değişimlere neden olur [9]. Bu, günümüz kablosuz haberleşme sistemlerinin performansını olumsuz yönde etkileyen bir faktördür.

Bir haberleşme sisteminin amacı, gürültü ve dağılma gibi deformasyonların ya da bozulmaların varlığındaki ortam üzerinden iki ayrı nokta arasındaki bilgi aktarımı yapmaktır. Haberleşme sistemlerini azami derecede etkileyen bozucu etkenleri; toplanır beyaz Gauss gürültüsü (AWGN), yol kaybı, simgeler arası girişim, gölgeleme ve çok yollu iletim kaynaklı sönümlenme olarak sıralayabiliriz [10]. Söz konusu etkenlerden çok yollu sönümlenme, bir işaretin verici tarafından alıcıya çeşitli yollardan ulaşması sebebi ile alıcı tarafta elde edilen işaretin fazı ve genliğinde ani değişimlerin olmasına neden olur. Farklı zamanlarda alıcı tarafına ulaşan birden çok işaretin girişimi sonucu meydana gelen sönümlenme günümüzde birçok iletişim sisteminde sıkça karşımıza çıkan ve etkinin minimize edilmesi gereken önemli bir bozucu etkidir. Kanalın yol açtığı bu bozulmanın alıcıda düzeltilmesinde doğrusal ve doğrusal olmayan denkleştirmeler tercih edilmektedir.

Dijital haberleşme alıcılarında kullanılan kanal denkleştiriciler, simgeler arası girişim (ISI) etkilerini ve müşterek-kanal girişimi (CCI) şeklindeki kullanıcı arası girişim ve ilave beyaz Gauss gürültüsü (AWGN) varlığında komşu kanal girişim (ACI) etkilerini azaltmayı amaçlamaktadırlar. Hücresel iletişimde; bazı girişim kaynaklarına örnek olarak; aynı frekans bandı içinde diğer baz istasyonu vericisi, aynı hücrede bir diğer mobil kullanıcı, bir komşu hücrede devam eden bir arama, radyo dalgalarının yayılmasının neden olduğu bozukluklar örnek verilebilir. Bu farklı tipteki girişimlere örnek olarak; CCI, aynı frekans kanallı müşterek kanal hücreler arasındaki girişimin neden olduğu girişimlerdir. CCI azaltmak için, müşterek-kanal hücreleri yayılmadan dolayı yeterli izolasyon temin etmek üzere en az mesafe ile ayrılmış olmaları gerekir [12]. ACI, iki frekans kanalı frekans spektrumunda bitişik olduğunda girişimle sonuçlanır ve bunlardan biri geçiş bandı içinden bitişik kanal içine sızarak girişime neden olur [12].

Kanalın yol açtığı bu bozulmanın alıcıda düzeltilmesinde denkleştirme tipik olarak ikiye ayrılır: (1) Doğrusal Denkleştirme, (2) Doğrusal Olmayan (Karar Geri-beslemeli) Denkleştirme. Doğrusal olmayan işaret işleme tekniklerindeki son gelişmeler doğrusal olmayan denkleştiriciler için zengin bir çeşitlilik sağlamıştır. Bu işleme teknikleri ile geliştirilen denkleştiriciler, Volterra filtreler, Yapay sinir ağları (ANN), çok katmanlı algılayıcılar (MLP), radyal temel fonksiyonlar (RBF) ağları, bulanık filtreler ve bulanık temelli fonksiyonlardır [11].

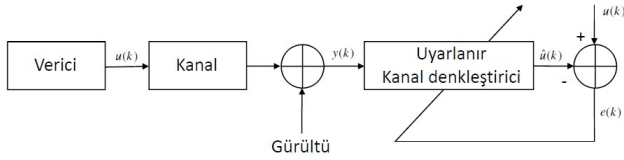
Bütün bu doğrusal olmayan denkleştiriciler, kendi eğitim dönemlerinde ortalama kare hata (MSE) gibi veya hata olasılığı ve BHO açısından optimum Bayes denkleştirici performans sağlama yeteneğine sahip bazı maliyet fonksiyonlarının çeşidini optimize eder. Doğrusal olmayan denkleştiriciler,

örüntü sınıflandırma işlemi gibi eşitlemede davranarak, bir dizi iletilen simgelerin girdi vektörünü sınıflandırmaya çalışır.

III. UYARLANIR KANAL DENKLEŞTİRİCİLER

Zamanla değişen karakteristikleri dengelemek için uyarlanırlar kanal denkleştirme kullanmak gerekir. Kanal denkleştirmenin amacı, fazladan filtreleme vasıtasıyla ideal olmayan karakteristikleri eşitlemektir. Bu nedenle tüm denkleştirme yöntemleri süzgeç katsayılarının uyarlanırlar (adaptif) bir şekilde ayarlanmasını gerektirir. Uyarılama, denkleştiricinin çıkışı ve alıcıdaki sembol kararı arasındaki hata temel alınarak gerçekleştirilir.

Kanal denkleştirmenin uyarlanırlar olarak gerçekleştirilebilmesi için, kanal denkleştirici katsayılarının veya kanal katsayıları kullanılarak kanal denkleştirici katsayıları hesaplanıyorsa kanal katsayılarının, alıcı tarafından da bilinen bir öğrenme dizisi yardımıyla güncellenmesi gerekmektedir. Bunun için uyarlanırlar bir algoritmanın kullanılması gerekir. Şekil-2'de uyarlanırlar kanal denkleştirici blok şeması görülmektedir.



Şekil 2. Uyarlanırlar kanal denkleştirici blok şeması

İletişim sisteminde alıcı işaret $y(k)$ ve gönderilen işaret $u(k)$ olup, haberleşme kanalına bir gürültü eklenmektedir. İşte burada kullanılan kanal denkleştirici, alıcı ve verici arasındaki bozucu etkileri minimize etmek amacıyla kullanılmaktadır. Sonuç olarak gönderilen işaret hakkında kanal denkleştirici sayesinde bir kestirim yapılmakta ve kestirilen işaret ile gönderilen işaret arasındaki hata $e(k)$ ile tanımlanmaktadır [5]. Kanal katsayılarının kestirilmesine ilişkin blok şema Şekil-2'de verilmektedir. Uyarlanırlar filtre çıkışı ile alıcı girişindeki işaretler arasındaki hata kullanılarak uyarlanırlar filtre katsayıları güncellenir. Hata sıfırlandığında, uyarlanırlar filtre katsayıları kanal katsayılarına eşitlenmiş olacaktır.

Kanal denkleştirici katsayıları kullanılarak, alınan işaretten gönderilen veri çıkarılabilir. Fakat, iletişim sistemlerinde kanal zamanla değişken olduğundan, sabit bir kanal denkleştirici yapısı arzulanan başarıyı sağlayamaz. Kanal denkleştiricinin kanaldaki değişimlere göre ayarlanabilir, bir başka deyişle uyarlanırlar olması gerekir.

Uyarlanırlar kanal denkleştirme, kanalın o andaki işlevini temel alarak değişken bir biçimde düzeltici süzgeç belirler. Alınan sinyaldeki bilgi kullanılarak kanalın bozucu etkisini giderici bir alıcı süzgeç belirlenir. İşte burada kanal denkleştiricinin amacı, en iyi denkleştiriciyi belirlemektir. Genel olarak; adaptif denkleştirme bir veya daha fazla görev içerir ancak en temel görevi: (1) Kanal Kestirimi: Alınan sinyalden zaman veya ilgili frekans bölgesine ait kanal karakteristiklerini belirlemek. (2) Denkleştirici Filtreye ait Katsayılarını Belirleme: Kanal kestirimiyle veya doğrudan hata kriterini minimize ederek gerçekleştirme.

Uyarlanırlar algoritmalarından, işlem karmaşıklığı düşük ve gerçekleşmesi kolay olduğundan, çok yaygın olarak kullanılan en küçük kareler (Least Mean Square, LMS) ve işlem karmaşıklığı LMS algoritmasına göre daha fazla olmakla beraber başarıyı daha yüksek olan yinelemeli en küçük kareler (Recursive Least Squares, RLS) algoritmaları geliştirilmiştir [6][7].

LMS algoritması yardımıyla kanal denkleştirici katsayıları doğrudan kestirilebileceği gibi, yine LMS algoritması ile kanal katsayıları kestirildikten sonra denklem sistemi yardımıyla hesaplanarak dolaylı olarak da kestirilebilir. Kanal katsayılarını kestirmek ya da denkleştirmek için kullanılan algoritmalarından LMS algoritmasının daha basit yapıda olması nedeniyle diğer algoritma RLS'ye göre tercih edilmektedir. LMS algoritması basit ve kolay gerçekleştirilebilir olmasına rağmen, yakınsama hızı oldukça düşüktür. Adım büyüklüğünün seçilmesi yakınsama hızını oldukça etkilemektedir. Eğer adım büyüklüğü küçük seçilirse yakınsama süresi uzamakta, büyük seçilirse algoritma kararsız olabilmektedir. LMS algoritmasındaki yakınsama hızı güncelleme denkleminde kullanılmakta olan adım büyüklüğü parametresine oldukça duyarlı ve bağımlıdır [6]. LMS algoritması, basitliği ve kararlı olmasından ötürü en çok kullanılan denkleştirici algoritmalarından biridir. En önemli dezavantajı ise, diğer algoritmaya nispetle yakınsamayı daha da yavaş gerçekleştirmesidir. Uygulamada, önceden kanal parametrelerinin önceden bilinmemesi sebebiyle adım büyüklüğü parametresine ait optimum değer belirlenemez. Ayrıca, sabit adım büyüklüğü zamanla değişen kanallarda zayıf başarılı sonuçlar elde edilmektedir. Bu problemi çözmek için, çeşitli değişken adım-büyüklüğüne sahip LMS algoritmaları geliştirilmektedir [8]. LMS algoritması, yaklaşık olarak 100-1000 arası bir sembolde yakınsama yapar. Daha hızlı olan bir denkleştirme algoritması ise RLS olmaktadır. RLS algoritmasına ait yakınsama ve karmaşıklık kriterlerine göre çeşitli versiyonları bulunur. RLS'nin uygulanması LMS'ye göre daha zor olmakta ancak LMS algoritmasına göre daha az sembolde yakınsama gerçekleştirilmektedir.

IV. MATERYAL VE METOT

Denkleştirici tasarım ve gerçekleştirmesinde iki önemli husus denkleştiricinin karmaşıklığı ve eğitilmesidir. Kanal dengelemesinde ANFIS (Adaptive Network-based Fuzzy Inference System)'den faydalanılmıştır. Kanal denkleştirici simülasyonunda, modellenen kanal bozucu etkilere maruz bırakılmıştır. Daha sonra kanal çıkışındaki işaret, ANFIS denkleştirici ile tasarlanan kanal dengeleyiciye uygulanmıştır. ANFIS çıkışındaki dengelenmiş işaret daha sonra yine tersi işlem ile alıcıda demodüle edilmiştir. Böylece, orijinal giriş verisine yakın bir çıkış işareti elde edilerek, simülasyonlarda tasarlanan sistemler için işaret-gürültü oranı (SNR), işaret-girişim oranı (SIR), işaretin-girişim ve gürültü oranı (SINR) ile bit-hata oranları hesaplanmıştır. Doğrusal olmayan kanallarda uygulanan uyarlanırlar kanal denkleştiricilerden en küçük kareler (LMS) ve yinelemeli en küçük kareler (RLS) tekniklerinden elde edilen oranlarla, uyarlanırlar ANFIS denkleştirici sonuçları karşılaştırılmıştır.

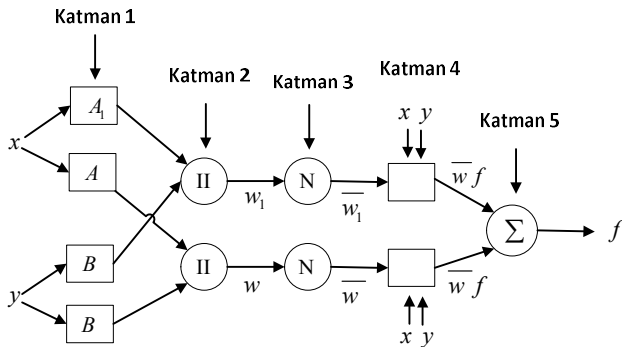
A. ANFIS Mimarisi

ANFIS, adaptif ağ tabanlı bulanık mantık çıkarım sistemidir. Belirli bir giriş/çıkış veri seti kullanılarak, bir bulanık çıkarım sistemi kurar, bu sistemin üyelik fonksiyonu parametreleri tek başına bir geri yayılma algoritması veya kombinasyon halinde en küçük kareler yöntemini kullanarak ayarlanmıştır [13]. Başka bir ifadeyle ANFIS'in sahip olduğu öğrenme algoritması, geri yayımlı öğrenme algoritması ve en küçük kareler yönteminin bir arada kullanılmasından oluşan bir melez öğrenme algoritmasıdır.

Bu bulanık sistemimiz verilerden öğrenmeyi sağlayan bir model oluşturur. Bulanık çıkarım sistemleri, insan bilgisini çıkarsama yapma ve karar verme ile birleştirir. Bulanık sistemler ve yapay sinir ağları birleştirmede temel fikir, parametrelerini optimize etmek için bir sinir ağı öğrenme kabiliyetine ek olarak, yorumlanabilir bir şekilde bilgi temsili için bir bulanık sistemi kullanan mimarinin tasarımıdır.

Bulanık üyelik fonksiyonlarının ve kuralların tür, parametre ve sayının doğru seçimi, istenilen performansı elde etmek için çok önemlidir ve çoğu durumda bu zordur. ANFIS, öğrenmeyi ve adaptasyonu kolaylaştırmak için uyarlamalı sistem altyapısı içindeki bulanık Sugeno modellerdir [13]. Bu altyapı bulanık mantığı daha sistematik ve daha az uzman bilgisine dayanarak yapar. Ayrıca ANFIS, mimari gereksinimleri ve ilkemeleri ile yapay sinir ağları ile kıyaslandığında daha az ve basittir [14].

Sinirsel bulanık sistemler, yapay sinir ağlarıyla ilgili olarak öğrenme ve paralel hesaplama işlevleri ile bulanık mantığın sahip olduğu uzman bilgisini kullanarak elde edilen özelliklerinin sentezinden oluşur. Sonuç olarak sinirsel bulanık sistemler sayesinde yapay sinir ağları daha anlaşılır hale gelir [13].



Şekil 3. Adaptif Ağ Tabanlı Bulanık Mantık Çıkarım Sistemi

ANFIS mimarisini anlamak amacıyla, birinci dereceden Sugeno model'e dayalı iki tane bulanık kural düşünersek:

Kural 1: if (x is A_1) and (y is B_1), then ($f_1 = p_1x + q_1y + r_1$)

Kural 2: if (x is A_2) and (y is B_2), then ($f_2 = p_2x + q_2y + r_2$)

Yukarıdaki ANFIS mimarisi bu iki kuralı gerçekleştirir. Yuvarlak olanlar sabit bir düğümü, kare olanlar ise uyarlanabilir yani parametreleri eğitim sırasında değişen bir düğümü işaret eder. Şekil-3'deki ANFIS sistemi 5 katmandan oluşmaktadır. ANFIS yapısında bulunan her katmandaki

düğümün fonksiyonları ve katmanlardaki işleyiş sırasıyla şöyle ifade edilebilir [14]:

1. Katman: Öncül parametre için üyelik değerinin hesaplanması: Bu katmandaki tüm düğümler uyarlanabilir düğümlerdir, düğüm tarafından temsil edilen bulanık üyelik fonksiyonu (MF) için girdi üyelik derecesidir. Bulanıklaştırma katmanı olarak adlandırılır. Bu anlamda, her bir düğüme ait çıkış, kullanılan üyelik fonksiyonuna ve giriş değerine bağlı olarak üyelik derecelerinden oluşur ve 1. katmandan elde edilen üyelik dereceleri aşağıdaki gibi bulunmaktadır.

Output $O_{1,i}$ for node $i = 1, 2$

$$O_{1,i} = \mu_{B_i}(x_2) \quad (1)$$

Output $O_{1,i}$ for node $i = 3, 4$

$$O_{1,i} = \mu_{B_{i-2}}(x_2)$$

2. Katman: Kural katmanı, kuralın ateşlenmesi: Bu katmandaki düğümler sabittir, uyarlamalı değildir. Bu katmanda bulunan her düğüm, Sugeno bulanık mantık çıkarım sistemi sayesinde yapılandırılan kuralları ve sayısını göstermektedir. Her bir kural düğümünün çıkışı μ_i , 2. Katmandan gelen üyelik derecelerinin çarpımı olmaktadır. Bu katmandaki her düğümün çıkışı kuralın ateşleme gücünü temsil eder.

$$O_{2,i} = \mu_{A_i}(x_1) \mu_{B_i}(x_2) \quad (2)$$

3. Katman: Normalizasyon sürecinin gerçekleştiği katmandır. Bu katmandaki bulunan her düğüm, kural katmanında bulunan tüm düğümleri giriş değeri olarak belirlemekte ve her bir kurala ait normalleştirilmiş ateşleme seviyesini tespit etmektedir. Normalleştirilmiş ateşleme seviyesi i , $\bar{w}_i$ 'in bulunması ise, denklem 3 formülüne göre gerçekleştirilir.

$$O_{3,i} = \bar{w}_i = \frac{w_i}{w_1 + w_2} \quad \text{for } i = 1, 2. \quad (3)$$

4. Katman: Arındırma fonksiyonuna ait katmandır. Bu katmanda her düğüm uyarlamalıdır. Arındırma katmanında bulunan her düğümde verilen bir kuralın ağırlıklandırılmış sonuç değerleri bulunmaktadır. 4 katmandaki i . düğümün çıkışı ise, denklem 4 ile belirlenir. Söz konusu (p_i, q_i, r_i) değişkenleri, i . kuralın sonuç parametreleri kümesi olmaktadır.

$$O_{4,i} = \bar{w}_i f_i = \bar{w}_i (p_i x_1 + q_i x_2 + r_i) \quad (4)$$

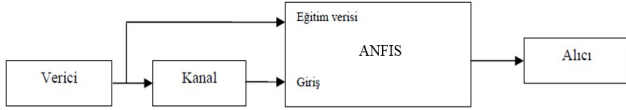
5. Katman: Toplam katmanı olmaktadır. Bu katmanda sadece bir düğüm bulunmakta ve Σ ile sembolize edilmiştir. 4. Katmanda olan her bir düğümün çıkış değeri toplanarak, ANFIS sistemine ait gerçek değer bulunur. Sistemin çıkış değeri olan f 'nin hesaplanması ise, denklem 5 formülüne göre olmaktadır.

$$O_{5,i} = \sum_i \bar{w}_i f_i = \frac{\sum_i w_i f_i}{\sum_i w_i} \quad (5)$$

B. ANFIS Tabanlı Kanal Denkleştirici

Kablosuz mobil kanalların denkleştirilmesi problemi doğrusal olmayan bir problem olup, bu doğrusal olmayan problemin çözümü ANFIS ile daha uygundur. Bu denkleştirici, gürültü nedeniyle müşterek-kanal (CCI) ve komşu kanal (ACI) girişimlerinden kanal tarafından iletilen sinyal içinde yapılan anormallikleri etkili şekilde geri alır, doğrusal olmayan bir sistemdir. Doğrusal olmayan sistem oldukça karmaşık, öyle ki geleneksel sistem tanımlama yöntemleri, ters sistemi bulmak için uygulanabilir değildir [15].

ANFIS otomatik olarak giriş-çıkış veri vektörlerinden bir dizi kural tabanı oluşturur. Bu, gerçek bir giriş sinyali (kablosuz sistemin vericisi) ve girişin tahmini (alıcıda) arasındaki hatayı en aza indirgeyerek elde edilir. ANFIS'de eğitim işlemini gerçekleştirmek için kanal girişindeki işaret kullanılmıştır. ANFIS'in çıkışı ise dengelenmiş işarettir. ANFIS, kanal girişindeki bozulmamış işaret kullanılarak eğitildiği için, eğitim işleminden sonra ağ girişine uygulanan kanal çıkışındaki bozulmuş işaret, eğitim sonucu elde edilen ağırlıklara bağlı olarak dengelenecektir. Sistemin işaret-gürültü oranına bağlı olarak eğitim işlemi güncellenmektedir. Aşağıdaki şekilde kanal dengeleyici olarak kullanılan ANFIS girişleri görülmektedir.



Şekil 4. Kanal dengeleyici olarak ANFIS'in kullanılması

Şekil-4'de görüldüğü üzere kanal girişindeki işaret, sadece ağ eğitimi gerçekleştirmek için kullanılmaktadır. Eğitim işlemi gerçekleştirildikten sonra kanal çıkışındaki bozulmaya maruz kalan işaretten bu bozucu etkiler çıkarılır. Kanal dengeleme sonunda elde edilen işaret, kanal girişindeki işarete yakın bir işarettir. Yani, dengeleme işlemi sonrasında bozucu etkiler tamamen ortadan kaldırılamamaktadır.

V. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Doğrusal olmayan bir kanalda uyarlanırlı LMS, RLS tekniklerinin, doğrusal olmayan kanalda ANFIS denkleştirici ile işaret-gürültü oranına bağlı olarak (SNR), işaret-girişim oranına bağlı olarak (SIR), işaretin-girişim ve gürültü oranına bağlı olarak (SINR) ile bit-hata oranları (BHO) karşılaştırılmıştır.

$$SNR = 10 \log_{10} \left\{ \sigma_s^2 / \sigma_n^2 \right\} \quad (6)$$

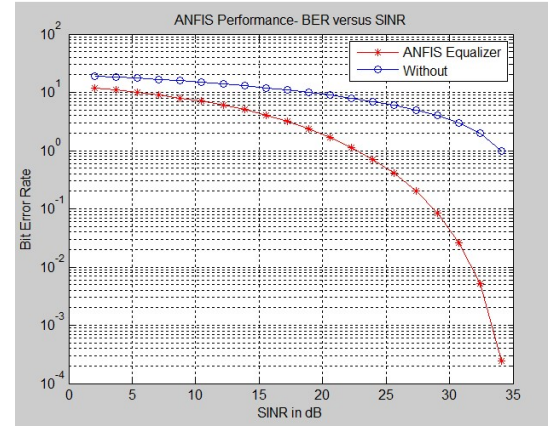
$$SIR = 10 \log_{10} \left\{ \sigma_s^2 / \sigma_i^2 \right\} \quad (7)$$

$$SINR = 10 \log_{10} \left\{ \sigma_s^2 / (\sigma_i^2 + \sigma_n^2) \right\} \quad (8)$$

Yukarıdaki denklemlerdeki σ_s^2 , σ_n^2 ve σ_i^2 sırasıyla işaretin, AWG gürültüsünün ve müşterek-kanal (CCI) ve komşu kanal (ACI) girişimlerinin varyanslarıdır [16].

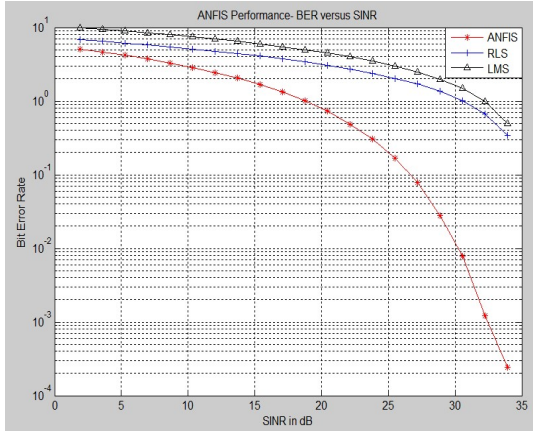
Denkleştirici simülasyonunda 4096 tane 0-1'lerden oluşan veri seti oluşturup doğrusal olmayan kanalda müşterek-kanal (CCI) girişim ve Gauss gürültüsüne maruz bırakılıp, kanal çıkışında elde edilen işaret ile orijinal verinin eğitim işlemi 5 kural (rules) ve 20 devir (epoch) sonunda ANFIS ile gerçekleştirildikten sonra kanal çıkışındaki bozulmaya maruz kalan işaretlerden bu bozucu etkileri çıkarmaktayız. Kanal dengeleme işlemi tamamlandıktan sonra, elde edilen işaret kanal girişindeki işarete yakınlık derecesi karşılaştırılır. Ancak bu yakınlık hiçbir zaman sıfıra yakın çıkmamaktadır. Bu, kanaldaki bozucu etkilerin dengeleme işlemi sonrasında tamamen ortadan kaldırılamadığının bir göstergesidir.

Simulasyonda işaretin-girişim ve gürültüye oranı (SINR) arttıkça, sistemin bit-hata oranı azalmaktadır. Bunun anlamı, SINR oranı arttıkça dengeleme işlemi sonrasında bozucu etkileri daha çok ortadan kaldırılabilir. Diğer bir ifadeyle, SINR değeri artsa da, bit-hata oranının giderek azaldığını görmekteyiz. Bu bize kanaldaki işaret değişimlerinin sabit kaldığını denkleştiricinin eğitimi tamamladığını göstermektedir. Şekil-5'de simülasyon sonucu elde edilen ANFIS denkleştiricinin SINR- BHO değerleri grafiksel olarak görülmektedir. Ayrıca, Şekil-5'de ANFIS denkleştirici ile ve denkleştirici olmadan elde edilen SINR ve BHO grafiği de görülmektedir.

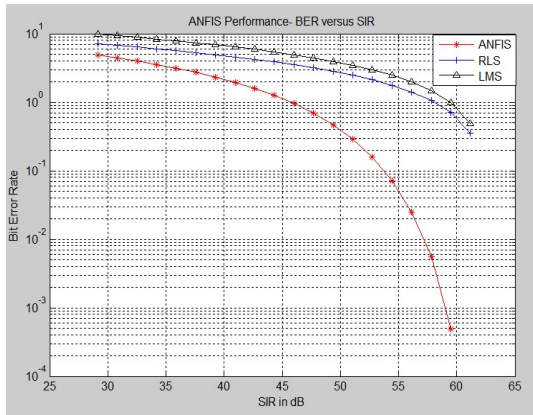


Şekil 5. Kanalda ANFIS denkleştiricili ve denkleştirici olmadan elde edilen SINR ve BHO değerlerinin karşılaştırması

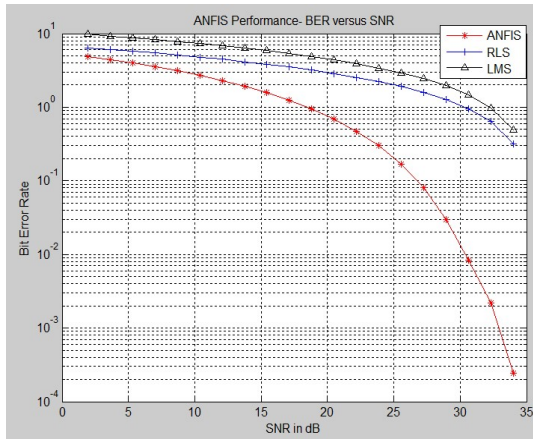
Şekil-5'de görüldüğü üzere sistemde işaretin-girişim ve gürültüye oranı (SINR) arttıkça hata azalmaktadır. Kanal dengelemenin yapılmadığı durum ile kanal dengelemenin gerçekleştirildiği durum karşılaştırıldığında, hata oranının kanal dengeleme yapılmadığı durumda arttığı görülmektedir. ANFIS kullanılarak gerçekleştirilen kanal dengeleme sonuçlarının, kanal dengeleme yapılmadan elde edilen sonuçlardan çok daha iyi olduğu görülmektedir. İdeal bir sistemde BHO değerinin sıfır ya da sıfıra yakın olması istenir. Dolayısıyla ANFIS kullanılarak gerçekleştirilen kanal dengeleme işlemi, eğitim işlemi tamamlandığında iyi sonuçlar vermektedir.



Şekil 6. Kanalda ANFIS, RLS, LMS denkleştiricilerinin SINR-BHO değerlerinin karşılaştırması



Şekil 7. Kanalda ANFIS, RLS, LMS denkleştiricilerinin SIR-BHO değerlerinin karşılaştırması



Şekil 8. Kanalda ANFIS, RLS, LMS denkleştiricilerinin SNR-BHO değerlerinin karşılaştırması

Şekil-6'da ANFIS denkleştirici ile LMS ve RLS denkleştiricilerinin doğrusal olmayan kanalda işaretin-girişim ve gürültüye oranının (SINR) bit-hata oranını göstermektedir.

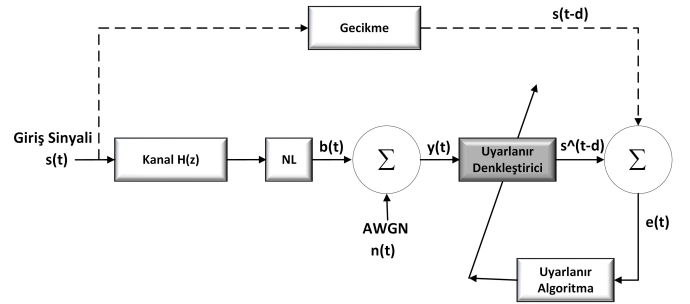
ANFIS diğerlerine göre daha iyi sonuçlar vermiş olup, ANFIS ile BHO değerinin daha yakın sıfıra yaklaştığını, SINR değerinin artmasına rağmen, bir-hata oranının giderek azaldığını görmekteyiz. Bu bize kanaldaki işaret değişimlerinin sabit kaldığını denkleştiricinin eğitimini daha erken sürede tamamladığını göstermektedir.

Benzer sonuçların Şekil-7 ve Şekil-8'deki ANFIS denkleştirici ile LMS ve RLS denkleştiricilerinin doğrusal olmayan kanalda işaretin-girişim oranının (SIR) bit-hata oranında ve işaretin-gürültü oranının (SNR) bit-hata oranlarında da görüldüğü tespit edilmektedir. ANFIS ile BHO değerinin daha yakın sıfıra yaklaştığını görmekteyiz.

ANFIS denkleştirici simülasyonun bir diğer deneysel çalışması da, farklı kanal transfer fonksiyonuna sahip farklı kanallar üzerinde denkleştiricinin test edilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Şekil-9'da görüldüğü gibi, ayrı zaman dilimi için iletilen simgeler $s(t)$ ile ifade edilir. Daha sonra bu simgeler doğrusal veya doğrusal olmayan kanal modeline aktarılır. $n(t)$ ilave beyaz gauss gürültüsünü temsil eder. $y(t)$ alınan veriyi, $\hat{s}(t-d)$ iletilen verinin tahminini ve d karar gecikmesini ifade eder [17].

ISI, sonlu darbe yanıt (Finite Impulse Response, FIR) ile karakterize edilebilir. Kanal, genellikle FIR filtresi ile aşağıdaki kanal transfer fonksiyonu $H(z)$ ile modellenmektedir. Bu denklemde h_i kanal darbe yanıtıdır [17].

$$H(z) = \sum_{i=0}^{n_h-1} h_i z^{-i} \quad (9)$$



Şekil 9. Farklı kanal modeli için sayısal haberleşme ve uyarlanır kanal denkleştirme blok şeması.

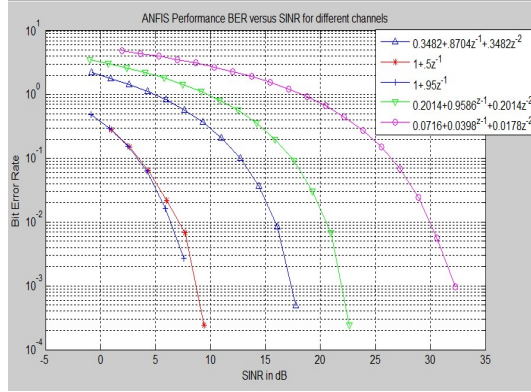
TABLO I. Kanal Modelleri

Kanal	Kanal Katsayıları	Kanal Transfer Fonksiyonu
Kanal1	$h=[0.3482, 0.8704, 0.3482]$	$H(z)=0.3482+0.8704z^{-1}+0.3482z^{-2}$
Kanal2	$h=[1, 0.5]$	$H(z)=1+0.5z^{-1}$
Kanal3	$h=[1, 0.95]$	$H(z)=1+0.95z^{-1}$
Kanal4	$h=[0.2014, 0.9586, 0.2014]$	$H(z)=0.2014+0.9586z^{-1}+0.2014z^{-2}$
Kanal5	$h=[0.0716, 0.0398, 0.0178]$	$H(z)=0.0716+0.0398z^{-1}+0.0178z^{-2}$

Şekil-10 ve Tablo-II'den anlaşıldığı üzere, Tablo-I'deki gibi farklı kanal transfer fonksiyonuna sahip farklı kanalların girişim karmaşıklığı arttıkça ANFIS denkleştirici katsayılarının eğitilmesi ve dolayısıyla kanalda bit-hata oranının sıfıra yakınsaması daha çok zaman almaktadır.

TABLO II. Anfis Denkleştirici ile Farklı Kanal Modellerinden Elde Edilen SINR-BHO Değerleri

Kanal1	SINR(db)	31,17	29,48	27,79	26,11	24,42	22,73	21,05	19,36	17,68	15,99	14,30	12,62	10,93	9,24	7,56	5,87	4,18	2,50	0,81	-0,87
	BER	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	0,11	0,22	0,38	0,58	0,84	1,14	1,47	1,82	2,20
Kanal2	SINR(db)	32,90	31,22	29,53	27,85	26,16	24,47	22,79	21,10	19,41	17,73	16,04	14,35	12,67	10,98	9,29	7,61	5,92	4,24	2,55	0,86
	BER	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,08	0,16	0,29
Kanal3	SINR(db)	31,12	29,43	27,74	26,06	24,37	22,68	21,00	19,31	17,63	15,94	14,25	12,57	10,88	9,19	7,51	5,82	4,13	2,45	0,76	-0,92
	BER	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,07	0,16	0,30	0,49
Kanal4	SINR(db)	30,99	29,30	27,62	25,93	24,24	22,56	20,87	19,18	17,50	15,81	14,12	12,44	10,75	9,07	7,38	5,69	4,01	2,32	0,63	-1,05
	BER	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	0,09	0,20	0,35	0,57	0,83	1,13	1,46	1,82	2,20	2,60	3,01	3,43
Kanal5	SINR(db)	33,84	32,15	30,47	28,78	27,09	25,41	23,72	22,03	20,35	18,66	16,98	15,29	13,60	11,92	10,23	8,54	6,86	5,17	3,48	1,80
	BER	0,00	0,00	0,01	0,03	0,09	0,17	0,30	0,47	0,68	0,94	1,23	1,55	1,90	2,28	2,68	3,10	3,53	3,96	4,41	4,86



Şekil 10. Doğrusal olmayan farklı transfer fonksiyonuna sahip farklı kanallarda için ANFIS denkleştiricinin SINR-BHO grafiği

VI. SONUÇLAR

ANFIS kullanılarak gerçekleştirilen kanal dengeleme sonuçlarının, kanal dengeleme yapılmadan ya da klasik LMS ve RLS denkleştiricilerinden elde edilen sonuçlardan çok daha iyi olduğunu göstermektedir. ANFIS ile denkleştirici katsayıları, iletilen veriye göre sürekli olarak ayarlanabilmektedir. Bu sayede zamanla değişen kanal karakteristiğine uyum gösterebilen bir denkleştirici kablosuz iletişimde ve hücresel mobil ağlarda daha makul sonuçlar vermektedir. Ancak bunun dezavantajı ise, kanal çok fazla değişken bir şekilde hatalara neden oluyorsa, bu hatalar uyarılma algoritmasının yakınsamasını engellemektedir. Bant verimliliği ile dijital veri iletişimi kolaylaştırmak ve kanalın bozucu etkilerini ortadan kaldırabilmek amacıyla, doğrusal olmayan kanallarda ANFIS tabanlı denkleştiricinin kullanımı iyi performans vermektedir.

REFERANSLAR

- [1] J. G. Proakis, "Digital Communications", McGraw-Hill Book Company, New York, Third edition.1995.
- [2] S. Y. Leong, C. Xiao, "Channel Modeling and Equalization in Wireless Communication", pp. 1-110, 2005
- [3] H. Qureshi, "Adaptive equalization", Proceedings IEEE, Vol. 73, pp.1349-87, Sep 1985.
- [4] B. Petersen, D. Falconer, "Suppression of adjacent-channel, cochannel and intersymbol interference by equalizers and linear combiners," IEEE Trans on Communication, vol. 42, pp. 3109-3118, Dec. 1994.

- [5] A. Şenel, "Doğrusal olmayan haberleşme sistemlerinde blok yönlü kanal denkleştirme", ZKU, Yüksek Lisans Tez, 2007
- [6] S. Haykin. "Adaptive Filter Theory" (3rd edition), Prentice Hall, 1996. ISBN:0-13-322760-X
- [7] M. H. Hayes, H. Monson, "Recursive Least Squares". Statistical Digital Signal Processing and Modeling. Wiley, 1996, p. 541. ISBN 0-471-59431-8.
- [8] R. H. Kwong, E. W. Johnston, "A variable step size LMS algorithm". IEEE Transactions on signal processing, 40(7), 1992, 1633-1642.
- [9] R. V. Nee, R. Prasad, "OFDM for Wireless Multimedia Communications", Artech House, Boston, 2000.
- [10] M. S. Miah, M. M. Rahman, T. K. Godder, B. C. Singh, M. T. Parvin, "Performance comparison of AWGN, flat fading and frequency selective fading channel for wireless communication system using 4QPSK". IJCIT, 2011, ISSN, 2078-5828.
- [11] K. C. Raveendranathan, M. Harisankar, M. R. Kaimal, "A new class of ANFIS based channel equalizers for mobile communication systems". International Journal of Simulation: Systems, Science and Technology, 2010, 11(1), 1-7.
- [12] J.A. Oyedepo, Y.O. Salihu, A. Folaponmle, "Interference Mitigation Techniques In Wireless Communications Systems", Journal of Research In National Development Volume 8 No:2, 2010.
- [13] J. S. Jang, ANFIS: adaptive-network-based fuzzy inference system. IEEE transactions on systems, man, and cybernetics, 23(3), 665-685, 1993.
- [14] B. Sankar, D. Kumar, K. Seethalakshmi, "New Self-Adaptive Neuro Fuzzy Inference System for the Removal of Non-Linear Artifacts from the Respiratory Signal", Journal of Computer Science 8 (5): 621-631, 2012
- [15] P. Sivakumar, L. Arthi, "Enhancement of New Channel Equalizer Using Adaptive Neuro Fuzzy Inference System" IOSR-Journal of Electronics and Communication Engineering, Volume 6, PP 34-43, 2013.
- [16] S.K. Patra, "Development of Fuzzy System Based Channel Equalisers" Thesis for the degree of Doctor of Philosophy, The University of Edinburgh, 1998.
- [17] A.A. Elbibas, I.M. Ellabi, Y. Hweg, "Neuro-Fuzzy Network for Equalization of Different Channel Models", International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, Volume 3, Issue 9, September 2013.

Makine Öğrenmesi Yöntemleri ile Duygu Analizi

Sentiment Analysis with Machine Learning Techniques

Oğuz Kaynar

Management Information System
Cumhuriyet University
Sivas, Turkey
Okaynar@cumhuriyet.edu.tr

Yasin Görmez

Management Information System
Cumhuriyet University
Sivas, Turkey
yasingormez@cumhuriyet.edu.tr

Mustafa Yıldız

Management Information System
Cumhuriyet University
Sivas, Turkey
myildiz@cumhuriyet.edu.tr

Ayşegül Albayrak

Management Information System
Cumhuriyet University
Sivas, Turkey
aysegul.albyrk@gmail.com

Özet- Günümüz teknolojisinde forumlar, bloglar ve sosyal medyanın her kesim tarafından çok yoğun kullanılmasından dolayı insanlar artık görüş, fikir ve hislerini bu ortamlar aracılığı ile paylaşmaya başlamıştır. Sosyal medya kullanımının artmasına paralel olarak araştırmacılar bu alana yönelik çalışmalarını arttırmışlardır. Özellikle Twitter üzerinde çalışılan önemli veri kaynaklarından biridir. Bu paylaşımlar araştırma ve analizler için önemli bir veri kaynağı oluşturmaktadır. Duygu-düşünce analizi kısaca verinin duygu içerip içermediğinin saptanması ve bu duygunun olumlu, olumsuz ve ya tarafsız olma durumunun belirlenmesidir. Bu çalışmada ise film yorumlarının içeriğine göre Naive Bayes, Merkez Tabanlı Sınıflayıcı, Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları (MLP) ve Destek Vektör Makineleri (SVM) gibi sınıflandırma algoritmaları kullanılarak duygu-düşünce analizi yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda gerek eğitim gerekse test verilerinde yapay sinir ağları ve destek vektör makinalarının diğer yöntemlere oranla daha iyi sonuç verdiği gözlemlenmiştir.

Anahtar kelimeler- Duygu analizi, yapay sinir ağları, Destek vektör makinaları, Naive Bayes, Merkez tabanlı sınıflayıcı

Abstract- Because of the popularity of forums, blogs and many of the social media platforms among all of the society in our days, these tools have been accepted as distribution channels for people's opinions, ideas, and feelings. The increasing amount of social media usage in particularly Twitter has motivated researchers to study in this area. These expressions in the web have been used as important data sources for researches and analysis. The process of detection whether these data has any sentiment and whether these sentiment positive, negative or neutral is defined as sentiment analysis. In this study, sentiment analysis has been performed by using classification algorithms depends on the context of the review, such as Naive Bayes, Central Based Classifier, Multi Layer Perception (MLP), and Support Vector Machines (SVM). According to experiments, it is seen that neural networks and support vector machines outperforms with both training and test sets.

Index Terms- Sentiment analysis, Neural network, Support vector machine, Naive Bayes, Centroid Based Classifier

I. GİRİŞ

İnternet kullanım imkânlarının yaygınlaşmasıyla beraber günümüzde insanlar vakitlerinin önemli bir kısmını internet üzerinde yer alan sosyal paylaşım ortamlarında harcamaktadırlar. Özellikle kişilerin kendilerini özgürce ifade edebildikleri ve bilgi paylaşımında bulunabildikleri sosyal medya, forum, blog gibi ortamlar günlük hayatımızda büyük bir yer edinmiştir. Kullanıcıların bu ortamlar vasıtasıyla ruh hallerini belirtmeleri, toplumu etkileyen olaylar, spor müsabakaları ve filmler gibi konularda kendi duygu ve düşüncelerini paylaşmaları bu ortamları toplumun genel kanısını belirtebilecek bir araca dönüştürmüştür. Hatta normal hayatlarında bazı nedenlerden dolayı gerçek duygu ve düşüncelerini paylaşmayan kişilerin, sosyal medya üzerinden kendilerini rahatça ifade edebilmeleri, sosyal medya ve diğer ortamları duygu analizi açısından daha gerçekçi sonuçlar verebilecek bir veri kaynağına dönüştürmüştür.

Duygu analizi (Sentiment Analysis) olarak ifade edilen bilimsel çıkarım yöntemi, internet ortamının global çerçevede toplumun birçok kesiminin günlük hayatında çok önemli ölçüde yer alması ve bunun sonucunda bireylerin sosyal ve siyasi olaylar, ürün ve hizmet, marka vb. olgular hakkındaki düşüncelerini ifade ettikleri elektronik platformlardaki büyük hacimli verilerin yazılım sistemleri ile hızlı olarak raporlanması ve anlam çıkartılması işlemidir.

Duygu analizi çalışmalarında metinlerin olumlu, olumsuz ya da tarafsız içeriğe sahip olup olmadığı sorgulanır ve analiz edilir. Bu analiz sonucuna göre bireylerin ya da belirli bir grubun çalışmayla ilgili konu hakkındaki tutumu belirlenmiş olur. Bu açıdan duygu analizi işletmeler açısından piyasaya yeni sürülecek bir ürün için ön pazar araştırması, bir topluluk için alınacak bir kararın olumlu veya olumsuz nasıl tepki alacağı, film izleyecek kişilerin önceki yapılan yorumlara göre filmi izlemeye karar vermesi gibi konularda yönlendirme yapabilir. Ancak olumlu veya olumsuz görüşün elde edileceği verilerin çok olması bu analizin tek tek inceleyerek yapılmasını zorlaştırmaktadır. Bu yüzden duygu analizi metin madenciliği ile makine öğrenmesi alanlarının önemli ve üzerine çalışılan konularından biri haline gelmiştir.

Duygu analizi yapılırken, daha önceden görüş tarafı belli olan (pozitif / negatif /nötr) metinsel veriler kullanılarak bir eğitim veri seti oluşturulur. Daha sonra bu veriler metin madenciliği yöntemleri ile çeşitli ön işlemlerden geçirilip temizlenerek sınıflamaya uygun hale getirilmektedir. Bu ön işlemler arasında iletideki simge ve noktalama işaretlerinin temizlenmesi, metni kelimelere ayırma ve her bir kelimenin köklerinin bulunarak terim listelerinin oluşturulması, metin içerisindeki edat, bağlaç ve zamirlerden oluşan durak kelimelerin kaldırılması, terim frekansları ve ters doküman

frekansları yardımıyla vektör uzay modelinin oluşturulması sayılabilir. Vector uzay modellerinde binary, terim frekansı, ters doküman frekansı, n gram gibi çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Vektör uzay modeli oluşturulan bu veriler, makine öğrenmesinde sıklıkla kullanılan yapay sinir ağları, destek vektör makinaları, karar ağaçları gibi sınıflama algoritmaları yardımıyla eğitilmektedir. Çeşitli sınıflayıcılar tarafından eğitilen modeller yardımıyla yeni gelen duygu ve görüşler sınıflandırılmaktadır.

Genel olarak duygu ve düşünce analizi aşağıda belirtilen işlevleri yerine getirmek amacıyla kullanılmaktadır.

- Duygu görüş sınıflandırma: Bir doküman veya metinde bir olgu hakkında görüş ifade edilmesi ve görüş sahibinden olguya yönelik olan duygunun ölçülmesi fikrine dayanır.
- Öznellik Sınıflandırma: Genel olarak bir cümlelerin öznel olup olmadığını tespit etmek olarak ifade edilebilir. Başarılı bir öznellik sınıflandırma daha iyi duygu sınıflandırmayı sağlar. Bu işlem olumlu, olumsuz ve nötr cümleleri ayırmaktan daha zor bir süreç olarak görülmektedir.
- Görüş özetleme: Dokümandan ve içeriğindeki duygudan ana konuyu çıkarmakla ilgili kavramdır.
- Görüş elde edilmesi: Yapılan sorguyla, görüş belirten dokümanların çıkartılmasıdır. Bu tür sistemlerde, iki tür puan hesaplaması yapılmalıdır; bunlar sorguya karşılık ilgililik puanı ve sorgu hakkında görüş puanı olup bu ikisi genellikle dokümanların seviyesini belirlemede kullanılır.
- Alaycılık ve ironi: Alay ve ironi içeren ifadelerin bulunmasına yöneliktir. Özellikle araştırmacılar içerisinde alay ve ironinin nasıl tanımlanması gerektiğine dair anlaşmazlıkların bulunmasından dolayı, bu görev duygu analizindeki en karmaşık alanlardandır.
- Diğerleri: Tür ve yazar tespiti, türü ve metni tekrardan yazan yazarı bulmaya yöneliktir. Sahte/yanıltıcı (spam) mesaj tespiti, mesajı belli bir kesimin, şirketin veya ürünün lehine ya da aleyhine çarpıtan, güvenilmeyen içeriğe sahip görüş ve yorumları tespit etmeye çalışır [1].

Duygu analizinde günümüze kadar yapılan çalışmalar, genellikle İngilizce metinler üzerinde pozitif ve negatif olmak üzere iki sınıfta ele alınmıştır. Bazı çalışmalarda ise düşüncenin nötr olma durumu da dikkate alınarak üç sınıf üzerinden incelemeler gerçekleştirilmiştir.

Duygu Analizi alanı ile ilgili literatür incelendiğinde ilk çalışmanın Pang, Lee ve Vaithyanatham tarafından yapıldığı, veri seti olarak Internet Movie Database arşivindeki film yorumlarının kullanıldığı görülmektedir. Çalışmalarında ilgili veri seti üzerinde unigram, bigram, Part Of Speech (POS) gibi öznitelik çıkarma yöntemlerini kullanarak sınıflama için gerekli vektör uzay (vector space) modellerini

oluşturmuşlardır. Vektör uzay modelleri sonucunda elde edilen veri seti üzerinde Naive Bayes, Maximum Entropi ve SVM gibi makine öğrenmesi algoritmalarını kullanarak sınıflandırma işlemini gerçekleştirmişlerdir. Elde edilen bulgular sonucunda duygu analiziyle ilgili yapılan sınıflandırmada en iyi sonuç, unigram veri seti üzerinde 82,9% doğruluk oranıyla SVM makine öğrenmesi yöntemi ile alınmıştır [2].

Pennacchiatti ve Popescu 2011 yılındaki çalışmalarında sosyal medya kullanıcı sınıflandırma işini Twitter verileri üzerinde uygulamışlardır. Twitter kullanıcılarının davranışları, ağ yapıları ve Twitter akışındaki dilsel içerik bilgileri kullanılarak siyasi yönelim ve etnik köken gibi özelliklerin otomatik olarak tespiti için makine öğrenmesi yaklaşımını kullanmışlardır. Politik ilişki, etnik köken ve belirli bir iş alanına olan ilgiyi belirleme gibi 3 farklı uygulama üzerinde çalışmış ve sonuçların çeşitlilik gösterdiğini belirtmişlerdir [3].

Go vd. çalışmalarında Twitter verisini kullanarak uzaktan denetimli öğrenme yöntemiyle duygu analizi yapmayı amaçlamışlardır. Çalışmadaki veri seti 800.000 olumlu tweet 800.000 olumsuz tweet olmak üzere toplam 1.600.000 tweetten oluşmaktadır. Oluşan veri seti bigram, unigram ve bigram, unigram ile birleştirilerek analiz edilmiştir ve makine öğrenmesi algoritmalarından SVM, Naive Bayes, Maximum Entropi sınıflandırma yöntemleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda SVM unigrama göre 82,2% doğruluk oranı, Naive Bayes bi-grama göre 81,6% doğruluk oranı elde etmiş ve 83% doğruluk oranı ile en iyi performans Maximum Entropi unigram ile bi-gramın birlikte kullanılması sonucu elde edilmiştir [4].

Glid Katz vd., çalışmalarında diğerlerinden farklı olarak içerik tabanlı duygu analiz modeli olarak ConSent'i ortaya koymuşlardır. Ortaya koyulan bu model ilk aşama olarak eğitim seti içindeki anahtar terimlerin belirlenip analiz edilerek özniteliklerin bu terimlere göre oluşturulmasıyla başlar. İkinci aşama olarak ise her dokümanın terimleri ile anahtar kelimeleri incelenir, bulunanlara göre öznitelikler çıkartılır ve doküman sınıflandırılır. Yapılan çalışmada oluşturulan model Naive Bayes ve SVM yöntemleri ile karşılaştırılarak seyahat hizmeti veren site olan TripAdvisor'dan elde edilen 24930 pozitif işaretli 5070 negatif işaretli 30000 yoruma ve IMDB'den elde edilen 1000 negatif 1000 pozitif olmak üzere 2000 veriye uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde ortaya koyulan yeni modelin SVM ile yaklaşık sonuçlar verse de çok az daha başarılı olduğu görülmüştür. Çalışma sonucunda ortaya koyulan diğer bir durum ise ConSent modelinin kısa metinlerden oluşan verisetlerinde daha düşük başarı puanı elde etmesidir. [5]

Duygu analizi çalışmalarında genellikle n-gram ile tümcein ikili veya üçlü şekilde terimlerine

bakılırken Matsumoto vd., kelimeler arasında sözdizimi bağıni temel alan yeni bir model önermişlerdir. Örneğin, “film çok güzeldi” kelimesi 2-gram yöntemiyle “film çok” ve “çok güzeldi” olarak iki farklı şekilde dizilir. Bu çalışmada ortaya atılan modelde ise kelimelerin sırası korunarak sıralı olmayan “Film güzeldi” gibi sözdizimlerinin görülme olasılığını hesaba katar. Sözcükler arasındaki ilişki bağıllık alt ağacı yöntemiyle temsil edilmiştir. Bu sayede n-gram yöntemine göre daha fazla temsiliyet sağlanabilmiştir. Model, sırasıyla 1380 ve 2000 verinin bulunduğu 2 ayrı film yorumlarına sınıflayıcı olarak SVM kullanılarak uygulanmıştır. Edilen sonuçlara göre, ortaya atılan yeni yöntem ilk veri setinde %87,3, ikinci veri setinde ise %92,9 başarı göstererek n-gram yönteminden daha iyi sonuçlar elde etmiştir [6].

Nikfarjam ve Azadeh duygu analizini twitter ve sağlık ile ilgili forumlardaki yorumlar üzerine uygulayarak hastaların ilaçların yan etkileri hakkındaki olumsuz düşüncelerini araştırmışlardır. Uygulamada yine kendileri tarafından ortaya atılmış ilaç alanındaki kavramları çıkartmak için koşullu rastgele alanları kullanan makine öğrenme tabanlı ADRMine yöntemi kullanılmıştır. Veriseti olarak sağlık sitesi olan DailyStrength ile Twitter'dan 6279 ve 1784 yorum kullanılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde ortaya atılan ADRMine yönteminin %82,1 ile SVM ve yine sağlık alanında kullanılan bir sınıflayıcı olan MetaMap yöntemlerinden daha yüksek başarı verdiği gözlemlenmiştir. [7]

Duygu analiziyle ilgili olarak Türkçe veri setleri üzerinde çalışılan birçok çalışma mevcuttur. Nizam ve Akın'ın çalışmalarında sınıflar içerisindeki veri dağılımının sınıflandırma algoritmasındaki başarı oranına etkisi olup olmadığı araştırılmıştır. Gıda sektöründeki bazı firmaların farklı ürünlerine ait tweetlerinden dengeli ve dengesiz olmak üzere 2 veri seti kullanılmıştır. Bu 2 farklı veri seti olumlu, olumsuz ve tarafsız olmak üzere 3 ayrı sınıfa tek tek ayrılmıştır. Dengesiz veri seti için olumlu sınıfta 1113, olumsuz sınıfta 277 ve tarafsız sınıfta 610 veri olmak üzere toplam 2000, dengeli veri seti içinse olumlu sınıfta 257, olumsuz sınıfta 277 ve tarafsız sınıfta 299 veri olmak üzere toplam 824 tweetten oluşan veri kümesi incelenmiştir. Naive Bayes (NB), Rassal Orman (RF), Destek Vektör Makineleri (SVM), Karar Ağacı (J48) ve k-En Yakın Komşu (k-Nearest Neighbors) sınıflandırma algoritmaları kullanılarak 2 veri kümesi doğruluk (accuracy), kesinlik (precision), duyarlılık (recall) ve kappa istatistiği sonuçlarına göre karşılaştırılmıştır. Bu 4 modelin başarımları ölçütleri ve kappa istatistiği sonuçlarına göre dengeli veri seti dengesiz veri setine kıyasla daha iyi performans göstermiştir. Diğer bir deyişle sınıflandırma algoritmalarının başarısı üzerindeki etkenlerden bir tanesi sınıflardaki veri dağılımlarıdır. En iyi performansı %72,33 doğruluk oranı ile SVM sınıflandırma algoritmasından elde etmişlerdir [8].

Türkmen ve Cemgil çalışmalarında SVM ve Rassal Orman sınıflayıcı yaklaşımlarıyla İstanbul'da 2013 yılında gerçekleşen Gezi Parkı gösterileri süresinde gönderilen tweetlerden bireylerin politik ilgililiğinin ve eğiliminin olup olmadığını tahmin etmeyi amaçlamışlardır. El ile işaretlenen 1351 Twitter mesajını sınıflandırmayı kolaylaştırmak amacıyla “gösteri yanlısı”, “gösteri karşıtı” ve “nötr” mesajlar olarak etiketlemiş ve öznitelik seçiminde ki-kare yönteminden faydalanmışlardır. Sınıflandırma başarısı doğruluk (accuracy) ölçütüne ek olarak kesinlik (precision) ve duyarlılık (recall) ölçütlerinin harmonik ortalaması olan f-ölçütü dikkate alınarak belirlenmiştir ve ilgililik tahmininde SVM algoritmasından daha verimli sonuç alırken eğilim tahmininde Rassal Orman algoritmasından %80'in üstünde başarımla elde etmişlerdir [9].

Sevindi tez çalışmasında Türkçe film yorumlarının duygu kutuplarını çeşitli makine öğrenmesi yöntemleri kullanarak belirlemeye çalışmış ve bu yöntemleri karşılaştırmıştır. Karar Ağacı (C4.5), k-En Yakın Komşu (KNN), Naive Bayes ve Destek Vektör Makineleri (SVM) yöntemlerini kullanmış ve en iyi sonucu SVM sınıflandırma algoritması ile elde etmiştir [10].

Sosyal ortamlardaki bilgi sosyal, iş amaçlı ve birçok konuda kullanılabilir. Ancak bu bilgilerin tek tek çıkartılması hem zaman hem de maliyet açısından makul bir strateji olmayacaktır. Bundan dolayı bu işlemler otomatik hesaplama sistemleri geliştirilerek yapılmaktadır.

Bu çalışmada, izlenen filmler hakkında dijital platformlarda yapılan yorumların içeriğine göre duygu barındırıp barındırmadığı ve bu duygunun olumlu ya da olumsuz olma durumunun saptanması amaçlanmıştır. Bu amaçla çalışmada yapay sinir ağları, destek vektör makineleri, Naive Bayes ve merkez tabanlı sınıflayıcı yöntemleri kullanılarak sonuçlar karşılaştırılmıştır.

II. DENEYLER

A. Veri Seti

Deneyler için film yorumları tercih edilmiştir. İlk olarak 2014 yılında Bo Pang ve Lillian Lee tarafından kullanılan veri setinin veri kaynağı olarak Internet Movie Database (IMDb) rec. arts. movies. reviews haber kaynağı kullanılmıştır. Veri seti pozitif ve negatif duyguları ayırt etmeye yoğunlaşmıştır ve pozitif sınıfta 1000, negatif sınıfta 1000 veri olmak üzere toplam 2000 veriden oluşmaktadır.

B. Veri Özellikleri

Bu bölümde, 1000'i pozitif sınıfa, 1000'i negatif sınıfa ayrılmış veri setlerinin eğitim ve sınıflandırma süreçlerine hazırlanması amacıyla tüm yorumlardaki simge ve noktalama işaretleri temizlenip karakterler küçük harfe çevrilmiş ve her

bir kelimenin kökleri bulunmuştur. Bunun için PYTHON ortamında hazırlanan NLTK kütüphanesinden yararlanılmıştır ve terim listeleri oluşturulmuştur. Metin içerisindeki edat, bağlaç ve zamirlerden oluşan durak kelimeler ve 3 harften kısa olan kelimeler kaldırılmıştır. Özellikle değerlendirme metotlarından terim frekansı (TF) ve ters doküman frekansı (IDF) kullanılmıştır. TF bir terimin dokümanlarda geçme sıklığını gösteren bir değerdir. IDF ise dokümanlarda çok sık geçen terimlerin hiçbir ayırt edici öneme sahip olmamasına rağmen terimin yüksek skora sahip olmasının önüne geçmektedir.

C. Deneylerde Kullanılan Sınıflandırma Algoritmaları

Bütün deneyler MATLAB yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Veri seti üzerinde Naive Bayes, Merkez Tabanlı Sınıflayıcı, Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları (MLP), Destek Vektör Makineleri (SVM) sınıflandırma algoritmaları kullanılmıştır.

Sınıflandırma algoritmalarının arka planında metin içerikli verinin sayısal veriye dönüştürülme işlemi vardır. Bunun sonucunda, metin içerikli yorumlar makine öğrenimi algoritmalarının çalışabileceği sayısal matrislere dönüştürülmelidir. Bu işlem bazı metotlarla gerçekleştirilmektedir; örneğin:

- CountVectorizer: Metin içerikli dokümanlar sayısal matrislere çevirilmektedir.
- Term frequency – Inverse document frequency (TF-IDF): Dokümandaki kelimenin önemini göstermektedir. Bir kelimenin doküman da geçme sıklığının artmasıyla TF-IDF değeri artmaktadır [11].

1. Naive Bayes

Naive Bayes, Bayes teoreminden faydalanarak oluşturulmuş metin sınıflandırmada kullanılan anlaşılabilir ve kolaylıkla uygulanabilir en basit makine öğrenme algoritmalarından biridir. Bu yöntemle bir örneğin hedef niteliğinin sınıf değerine ait olma olasılıkları bulunabilmektedir [12]. Bayes teoremi:

$$P(H|X) = \frac{P(X|H)P(H)}{P(X)} \quad (1)$$

Eşitlikte X; öznitelik vektörü, H ise bir öznitelik vektörünün C gibi bir sınıfa ait olma olasılığını ifade eden hipotezdir. P(H|X) ise ardıl olasılığı temsil eder. Bayes teoremi göz önüne

alınarak Naive Bayes sınıflandırıcısının algoritması ise şu şekildedir:

- D'nin veri setini temsil ettiği ve D'deki her X'in sınıf etiketinin belli olduğu varsayılın. X, n tane öznelikten oluşan bir vektördür ve $X=(x_1, x_2, \dots, x_n)$ olarak temsil edilmektedir.
- $C_1, C_2, \dots, C_m$ ile temsil edilen m tane sınıf olduğu varsayılın. Naive Bayes sınıflandırıcısı bir X vektörünün C_i sınıfına ait olup olmadığını bulmak için, bütün sınıflar içinde en yüksek $P(C_i|X)$ ardıl olasılığına sahip değeri bulmaya çalışır. Bu durum Bayes teoremi ile eşitlik 2'de ifade edilmiştir.

$$P(C_i|X) = \frac{P(X|C_i)P(C_i)}{P(X)} \quad (2)$$

- $P(X)$ değeri tüm sınıflar için aynı olduğundan, yalnızca $P(X|C_i)P(C_i)$ ifadesi maksimum yapılmalıdır.
- $P(C_i)$ ifadesi, C_i sınıfındaki eleman sayısının, tüm eleman sayısına oranıdır.
- $P(X|C_i)$ ifadesi ise, X'in n tane değer içeren bir öznelik vektörü olduğu varsayıldığında aşağıdaki eşitlik 3 ile hesaplanır.

$$P(H|C_i) = \prod_{k=1}^n P(X_k|C_i) \quad (3)$$

- Sonuçta, sınıflandırıcı en büyük $P(X|C_i)P(C_i)$ ifadesine sahip olan C_i sınıfını, X vektörünün sınıfı olarak seçer [10].

2. Merkez Tabanlı Sınıflayıcı

Merkez tabanlı sınıflayıcı vektör uzay tabanlı olup performansı yüksek bir sınıflandırma yöntemidir. Model her bir dokümanı terim uzayında bir vektör olarak ele alır. Vektörün her bir boyutu dokümanda geçen terimin ağırlıklandırılmış frekansını tutar. Merkez tabanlı sınıflandırmada sınıflar merkez adı verilen vektörlerde sunulur. Merkez, sınıf elemanlarını sunan ortalama bir değerdir ve bu orta değerlerin bütün sınıfı temsil ettiği kabul edilir. Eğitim seti k farklı nitelik içeriyorsa bu eğitim verilerinden k adet merkez vektörü elde edilir [11].

$$C_k = \frac{1}{|S|} \sum_{d \in S} d \quad (4)$$

Eşitlikte 4 ilgili sınıftaki dokümanların kümesini göstermektedir. İlgili sınıftaki ortalama

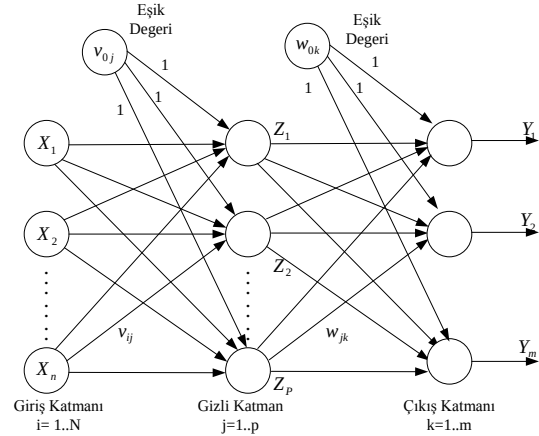
vektör o sınıftaki vektörlerin skaler toplamının sınıftaki doküman sayısına bölümüyle elde edilir [13].

Merkez tabanlı sınıflayıcının çalışma mantığının gerisinde de vektörlerin benzerlik ilkesi yatar. Benzerlik için kosinüs yöntemi kullanılır. Aşağıdaki denklemde benzerliğin bulunması gösterilmektedir.

$$\arg \max_{j=1,2,\dots,k} (\cos(x, C_j)) \quad (5)$$

3. Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları (MLP)

Yapay Sinir Ağları(YSA) insan sinir sistemini taklit ederek öğrenmeyi hedefleyen denetimli bir makine öğrenmesi yöntemidir. Yapay sinir ağı modeli, Şekil 1'de gösterildiği gibi bir katmanda bulunan nöronların takip eden katmandaki nöronlara bağlanması ile oluşturulur. En sık kullanılan yapay sinir ağı modeli olan çok katmanlı algılayıcı sinir ağı (MLP) modeli; girdi katmanı, gizli katman ve çıktı katmanı olmak üzere üç farklı katmandan meydana gelmektedir. Girdi katmanı verilerin okunduğu katmandır. Her bir nöron bir özelliği temsil ettiği için özellik sayısı kadar nöron içermektedir. Çıktı katmanı ise sınıfların belirlendiği katmandır.



Şekil 1.Çok Katmanlı İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağı

Bu katman oluşturulan modele göre tek bir nöron içerebileceği gibi sınıf çeşidi sayısı kadar nöron da içerebilmektedir. Gizli katman ise girdi katmanı ile çıktı katmanı arasında yer alan verilerin ara işleme maruz kaldığı katmandır. Gizli katman sayısı ve bir gizli katmandaki nöron sayısı tam olarak belli olmamakla birlikte eğitimin kalitesini etkileyen önemli iki faktördür [14]. MLP modelinde öğrenme bir önceki katmandan takip eden katmana doğru yapıldığı için ileri beslemeli YSA olarak da bilinir. Kullanılan eğitim algoritması hatanın karesini en aza indirecek şekilde ağırlıkları güncellemeyi hedefler.

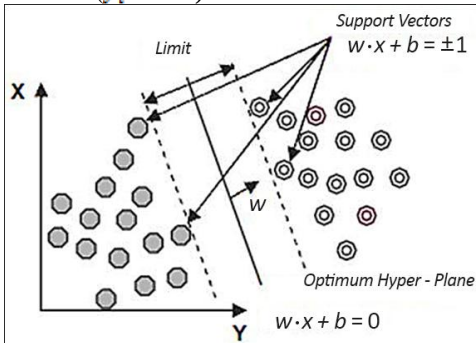
$$y_i = f(\sum_{j=1}^n x_j * w_{ji}) \quad (6)$$

$$E(w) = \frac{1}{2} \sum_{k \in \text{outputs}} (t_k - o_k)^2 \quad (7)$$

Eşitlik 6, MLP modelinde ileri beslemeyi, Eşitlik 7 ise geri beslemeyi formüle etmektedir. Eşitlik 6'da $x_{.j}$ mevcut katmandaki j . nöronun değerini, $y_{.i}$ takip eden katmandaki i . nörona aktarılan değeri, n mevcut katmandaki nöron sayısını, $w_{.ji}$ mevcut katmandaki j . nörondan takip eden katmandaki i . nörona giden ağırlığı, f ise aktivasyon fonksiyonunu (örneğin: gauss, softmax, sigmoid) temsil etmektedir. Eşitlik 7'de k , veri setindeki örnek sayısını, t_k verilerin gerçek sınıfını, o_k ise modelin üretmiş olduğu sınıf değerini temsil etmektedir.

4. Destek Vektör Makineleri (DVM)

Destek vektör makinesi iki boyutlu uzayda doğrusal, üç boyutlu uzayda düzlemsel ve çok boyutlu uzayda hiperdüzlem şeklindeki ayırma mekanizmaları ile veriyi iki ya da daha çok sınıfa ayırma yeteneğine sahiptir [15]. Lineer olarak ayrıştırılabilen sınıfların belirlenmesinde sıkça kullanılan yöntem, kernel fonksiyonları sayesinde doğrusal olarak ayrıştırılamayan girdi uzayını daha yüksek boyutlu lineer olarak ayrıştırılabilen bu uzaya taşıyarak, doğrusal olmayan verilerin sınıflandırılmasında başarıyla kullanılmaktadır. Eğitim için kullanılacak N elemandan oluşan verinin $\theta = \{x_i, y_i\}$, $i = 1, 2, N$ olduğu varsayılırsa x_i özellik vektörünü, $y_i \in \{-1, 1\}$ ise sınıf değerlerini gösterir. Lineer olarak ayrılma durumunda, bu iki değerli veriler direkt olarak bir ayırıcı düzlem ile ayrılabilir. Veri setini sınıflara ayırabilecek sonsuz sayıda çoklu düzlem çizilebilmesine karşın, amaç, bilinmeyen sınıflama hatasını en küçük yapacak hiperdüzlemi seçmektir. Şekil 2'de görüleceği üzere $f(\vec{x}) = \vec{w}^T \vec{x} + b \geq 1$ durumu birinci sınıfı, $(y_i = 1)$ ve $f(\vec{x}) = \vec{w}^T \vec{x} + b \leq -1$ durumu ise ikinci sınıfı $(y_i = -1)$ temsil eder.



Şekil 2. Destek Vektör Makineleri ve Hiperdüzlem Seçimi

İki sınır arasındaki uzaklık $\lambda = 2/\vec{w}^2$ formülü ile ifade edilir. Amaç, λ değerini maksimum yapmak olduğu için $1/\lambda$ ifadesi minimum olmalıdır. Buna bağlı sınırlama ise $y_i(\vec{w}^T \vec{x}_i + b) - 1 \geq 0$, $y_i \in \{-1, +1\}$ 'dir. İlgili problemin duali, Eşitlik 8'de verilmiştir. Eşitlikteki

problem, Lagrange denklemleri, Eşitlik 9 ve Eşitlik 10'da verilen "Karush-Kuhn-Tucker (KKT)" in kısıtları yardımıyla çözülür [14].

$$L(w, b, \alpha) = \frac{1}{2} \vec{w}^T \vec{w} - \sum_{i=1}^N \alpha_i [y_i(\vec{w}^T \vec{x}_i + w_0) - 1] \quad (8)$$

$$\alpha_i \geq 0, \forall i$$

$$\frac{\partial L}{\partial w_j} = 0, \forall j \quad (9)$$

$$\frac{\partial L}{\partial w_0} = 0 \quad (10)$$

Kernel fonksiyonu kullanılarak doğrusal olmayan dönüşümler yapılabilmekte ve bu sayede yüksek boyutta doğrusal olarak ayırma imkân vermektedir. En yaygın kernel fonksiyonları Gauss, Polinom ve Sigmoid fonksiyonlarıdır.

D. Sınıflandırma Algoritmalarının

Karşılaştırılmasında Kullanılan Kriterler

1. Model başarımlar ölçütleri

Sınıflama performansını karşılaştırmak için kullanılan metrikler ve bunlara ilişkin formüller aşağıda verilmiştir.

Kesinlik (Precision): Sınıflandırıcı sonucunun kesinlik derecesini verir. Pozitif olarak etiketlenen örneklerin sayısının pozitif olarak sınıflandırılmış toplam örneklere oranıdır.

$$\text{precision } P = \frac{TP}{TP+FP} \quad (11)$$

Duyarlılık (Recall): Pozitif olarak etiketlenmiş örneklerin gerçekten pozitif olan örneklerin toplam sayısına oranıdır.

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP+FN} \quad (12)$$

Doğruluk (Accuracy): Sınıflandırma işleminde en çok kullanılan ölçümdür. Doğru olarak sınıflandırılmış örneklerin toplam örnek sayısına oranıdır.

$$\text{Accuracy} = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (13)$$

F-Measure: F Ölçümü, kesinlik ve duyarlılık metrikleri kullanılarak hesaplanmaktadır. Sistemin, kesinlik ve ya duyarlılık yönüne doğru optimize edilmesinde kullanılmaktadır.

$$F = \frac{2 * \text{Recall} * \text{precision}}{\text{precision} + \text{Recall}} \quad (14)$$

Eşitliklerde kullanılan TP, FP, TN, FN değerleri sırasıyla;

TP (True Positive Rate): Pozitif olan aynı zamanda sınıflandırıcı tarafından da pozitif olarak sınıflandırılmış yorumların sayısını gösterir.

FP (False Positive Rate): Pozitif olan ancak sınıflandırıcı tarafından pozitif olarak sınıflandırılmamış yorumların sayısını gösterir.

TN (True Negative Rate): Negatif olan aynı zamanda sınıflandırıcı tarafından da negatif olarak sınıflandırılmış yorumların sayısını gösterir.

FN (False Negative Rate): Negatif olan ancak sınıflandırıcı tarafından negatif olarak sınıflandırılmamış yorumların sayısını gösterir.

III. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE TARTIŞILMASI

A. Deneyisel Sonuçlar

Çalışmada 2000 adet film yorumu içeren veri seti kullanılmıştır. Makine öğrenmesi yöntemleri kullanılarak MATLAB’de Naive Bayes, Merkez Tabanlı Sınıflayıcı, Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları ve Destek Vektör Makineleri sınıflandırma algoritmalarından yararlanılmıştır. Veri setinin eğitimi ve sınıflandırma sürecinden önce ön işlem aşamaları uygulanmıştır. Ön işlem aşamasından sonra TF ve IDF değerlerinden oluşan vektör uzay modeli elde edilmiştir. Tüm sınıflama algoritmalarında eğitim için veri setinin %75’i ayrılmış, kalan %25’lik bölüm ise test amacıyla kullanılmıştır.

Yapay sinir ağlarında 3 katmanlı MLP modeli tercih edilmiş, orta katmanda 10 gizli nöron, çıkış katmanında ise 2 nöron kullanılmıştır. Giriş katmanındaki nöron sayısı ise özellik sayısıdır. Ağın eğitimde trainsec (Scaled conjugate gradient backpropagation) algoritması ve performans değerlendirmek içinse crossentropy kullanılmıştır. SVM algoritmasında ise kernel fonksiyonu olarak radyal fonksiyon kullanıldığında eğitim veri seti için %100 doğruluk oranı elde edilirken test veri seti için doğruluk oranı %50 oranında bulunmuştur. Aşırı eğitimden dolayı (overfitting) dolayı uygulamada RBF yerine liner fonksiyon tercih edilmiştir.

Tablo 1. Sınıflama sonucunda elde edilen karmaşıklık matrisleri

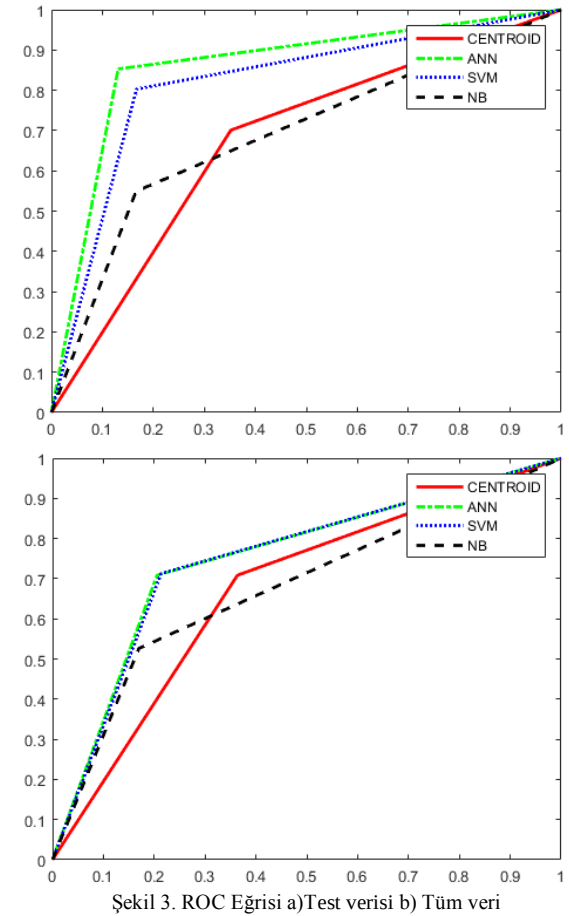
			Eğitim		Test		Tümü	
			Gözlenen		Gözlenen		Gözlenen	
			N	P	N	P	N	P
N. Bayes	Tahmin	N	473	191	231	105	858	467
		P	265	571	31	133	142	533
Centroid	Tahmin	N	560	170	187	58	747	228
		P	182	588	71	184	253	772
ANN	Tahmin	N	645	110	194	61	839	171
		P	97	648	64	181	161	829
SVM	Tahmin	N	613	125	199	71	743	0
		P	125	637	54	176	257	1000

Tablo 1’de kullanılan sınıflandırma yöntemlerine göre eğitim, test, ve tüm veri setine ilişkin TP, TN, FP ve FN değerlerini gösteren çapraz karmaşıklık matrisleri verilmiştir. P değeri pozitif, N ise negatif yorum sayılarını ifade etmektedir.

Performans ölçütlerinden görüleceği gibi en iyi sınıflama performansı destek vektör makinelerinde elde edilmiştir. Şekil 3’te verilen ROC eğrilerinden de bu durum görülmektedir, ROC eğrilerinde sol üst köşeye en yakın grafik, performansı en yüksek sınıflayıcıya ait grafikdir.

Tablo 2. Sonuç Değerleri

	Yöntem	A	P	R	F	AUC
Eğitim	Naive	0.6953	0.6514	0.8353	0.7320	0.6959
	Centroid	0.6753	0.6821	0.6519	0.6667	0.6752
	ANN	0.8973	0.8991	0.8942	0.8966	0.8973
	SVM	0.8407	0.8342	0.8487	0.8414	0.8407
Test	Naive	0.6800	0.6422	0.8300	0.7241	0.6782
	Centroid	0.6720	0.6910	0.6364	0.6626	0.6724
	ANN	0.7520	0.7363	0.7945	0.7643	0.7515
	SVM	0.7500	0.7370	0.7866	0.7610	0.7496
Tümü	Naive	0.6915	0.6490	0.8340	0.7300	0.6915
	Centroid	0.6745	0.6843	0.6480	0.6656	0.6745
	ANN	0.8610	0.8553	0.8690	0.8621	0.8610
	SVM	0.8180	0.8087	0.8330	0.8207	0.8180



Şekil 3. ROC Eğrisi a) Test verisi b) Tüm veri

IV. Sonuç

Bu çalışmada IMDB'de yer alan film yorumlarını içeren veri seti üzerinde çeşitli makine öğrenme teknikleri kullanılarak bir duygu analizi çalışması yapılmıştır. Makine öğrenmesinde sıkça kullanılan sınıflandırma algoritmalarından yapay sinir ağları, destek vektör makinaları, Naive Bayes ve merkez tabanlı sınıflayıcı algoritmaları kullanılmış; ilgili sınıflayıcıların performans karşılaştırması model başarımlarına göre yapılmıştır. Bu başarımlar ölçütlere incelendiğinde en yüksek değerler Yapay sinir ağları ve Destek vektör makinalarında elde edilmiştir. Eğitim veri setinde YSA %89.73 doğru sınıflandırma oranıyla SVM den (%84.07) daha iyi başarı sergilerken her iki sınıflayıcı da test veri seti için %75 civarında doğru sınıflama oranıyla hemen hemen aynı performansı göstermişlerdir.

Beklendiği üzere basit birer sınıflayıcı olan Merkez tabanlı sınıflayıcı ve Naive bayes sınıflayıcı diğer iki sınıflayıcıya oranla daha düşük bir başarı göstermişlerdir.

KAYNAKLAR

- [1] Serrano-Guerrero, J., Olivas, J. A., Romero, F. P., & Herrera-Viedma, E.. "Sentiment analysis: a review and comparative analysis of web services," *Information Sciences* 311, 2015, pp. 18-38.
- [2] Pang, Bo, Lillian Lee, and Shivakumar Vaithyanathan. "Thumbs up?: sentiment classification using machine learning techniques," *Proceedings of the ACL-02 conference on Empirical methods in natural language processing-Volume 10*. Association for Computational Linguistics, 2002.
- [3] Pennacchiotti, Marco, and Ana-Maria Popescu. "A Machine Learning Approach to Twitter User Classification," *ICWSM*, 2011, pp. 281-288.
- [4] Go, Alec, Richa Bhayani, and Lei Huang. "Twitter sentiment classification using distant supervision," *CS224N Project Report*, Stanford , 2009, pp.12.
- [5] Katz, Gilad, Nir Ofek, and Bracha Shapira. "ConSent: Context-based sentiment analysis," *Knowledge-Based Systems* 84 ,2015, pp. 162-178.
- [6] Matsumoto, Shotaro, Hiroya Takamura, and Manabu Okumura. "Sentiment classification using word sub-sequences and dependency sub-trees," *Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*. Springer Berlin Heidelberg, 2005.
- [7] Nikfarjam, A., Sarker, A., O'Connor, K., Ginn, R., & Gonzalez, G. "Pharmacovigilance from social media: mining adverse drug reaction mentions using sequence labeling with word embedding cluster features," *Journal of the American Medical Informatics Association* ,2015, pp ocu041.
- [8] Nizam, Hatice, and Saliha Sıla Akın. "Sosyal Medyada Makine Öğrenmesi ile Duygu Analizinde Dengeli ve Dengesiz Veri Setlerinin Performanslarının Karşılaştırılması," *XIX. Türkiye'de İnternet Konferansı*, 2014.
- [9] Türkmen, Ali Caner, and Ali Taylan Cemgil. "Political interest and tendency prediction from microblog data," *2014 22nd Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*, IEEE, 2014.
- [10] Sevindi, B. İbrahim. "Türkçe Metinlerde Denetimli ve Sözlük Tabanlı Duygu Analizi Yaklaşımlarının Karşılaştırılması," *Yüksek Lisans Tezi*, 2013.
- [11] Tripathy, Abinash, Ankit Agrawal, and Santanu Kumar Rath. "Classification of sentiment reviews using n-gram machine learning approach," *Expert Systems with Applications* 57, 2016, pp. 117-126.
- [12] Kartal, Elif, Enformatik Programı, and M. Erdal BALABAN. "Sınıflandırmaya Dayalı Makine Öğrenmesi Teknikleri ve Kardiyolojik Risk Değerlendirmesine İlişkin Bir Uygulama," *Doktora Tezi*, Haziran 2015, pp 19-20.
- [13] Kaynar, O., Yıldız S. "Elektronik Postaların Centroid Tabanlı Sınıflayıcı, Yapay Sinir Ağları ve Destek Vektör Makinaları Yardımıyla Tespit Edilmesi," *2.Ulusal Yönetim Bilişim Sistemleri Kongresi* , 2015
- [14] Arslan, H., Kaynar, O., Yüksek, A.G. & Gün, O. "Kurumsal Kolektif Süreçler için E-Posta İletilerinden Görev Keşfi ve Gerçek Zamanlı Görev Yönetim Sisteminin Geliştirilmesi," *Global Journal on Technology*, Kasım 2015.
- [15] Güran, Aysun, Mitat Uysal, and Özge Doğrusöz. "Destek vektör makineleri parametre optimizasyonunun duygu analizi üzerindeki etkisi," *DEÜ Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi* 48, 2014, pp. 87-88.

Sınıflama Yöntemleri Kullanılarak Bel Ağrısı Şiddet Düzeyinin Belirlenmesi

Gıyasettin ÖZCAN
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
Uludağ Üniversitesi
Bursa, Türkiye
gozcan@uludag.edu.tr

Eyyüp GÜLBANDILAR
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Eskişehir, Türkiye
egul50@gmail.com

Özet— Bel ağrısı (LBP) tıbbi uygulamalarda karşılaşılan en yaygın sağlık problemlerinden biridir. Bu çalışma Bayes sınıflama, destek vektör makinesi yöntemlerinin LBP seviyesinin objektif olarak belirlenmesi için yöntemler ortaya konulması hedeflenmiştir. Çalışmamızda 110 bel ağrısı sahibi hasta kişi ve 59 sağlıklı kişiye ait veri kullanılmıştır. Deneklerin sırt bölgelerinin sağ ve sol bölgelerinden ölçülen deri direnci değerleri giriş değişkeni olarak, visual analog ölçek (VAS) değeri çıkış değişkeni olarak seçilmiştir. Tüm deneklerin verileri arasında rasgele olarak 129 kişiye ait veri sistemlerin eğitimi için kullanılırken 40 veri sistemin testi için ayrılmıştır. Deneysel amaçlarla R program platformu kullanılmıştır. Bunun yanı sıra SVM ve Bayes Tahmini yapabilmek e1071 paketi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda kullanılan iki uzman sisteminde bel ağrısı düzeyinin belirlenmesi başarılı bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir.

Anahtar kelimeler— Bel ağrısı, deri direnci, uzman sistem, Destek Vektör Makinesi, Bayes sınıflama, görsel analog çizelge

Abstract—Back pain, LBP, is one of the most frequently encountered health problem during medical applications. This study aims to present methodologies to estimate objective LBP levels with Bayes Inference and support vector machines. During the study, we exploited data from 110 back pain diseased patients and 59 healthy persons. During physiological test, skin resistance levels from left and right side of the patients back has been collected as input. In terms of output, we considered visual analog scale, VAS. Among all, we randomly selected 129 test samples as training. We chose remaining 40 sample for testing. We exploited R programming software environment for data analysis and prediction. In addition, we exploited e1071 package to compute Support Vector Machines and Bayesian Inference. Obtained results denote that both machine learning can be successfully used to predict back pain level objectively.

Key words—Back pain, skin resistance, expert system, Support Vector Machines, Bayes Classification, visual analog scale

Giriş

A Kronik ağrı sendromlarından biri olan bel ağrıları (Low back pain; LBP) iskelet kas sistemindeki fonksiyon bozuklukları sonucu oluşmaktadır. Kas, bağ ve yumuşak dokuların zorlanmalarında, omrılık deformasyonu, omurilik

disk lezyonlarında veya disk iltihaplanması sonucu ağrı meydana gelebilir [1]. Bel ağrısının süresini, bölgesini ve şiddetini belirlemenin çeşitli yolları vardır. Bu amaçla kullanılan yöntemlerden en yaygın olarak kullanılan yöntem görsel analog skala (visual analog scale; VAS) adı verilir. VAS ile ölçüm yapılırken düz bir çizgi çizilir ve üzerine sıfır (ağrı yok) ile on (maksimum ağrı) arasında derecelendirme yapılır. Hastaya bu çizgi üzerinde eli ile ağrısının şiddetini göstermesi istenir. Böylece ağrı sübjektif olarak tanımlanmış olur [2]. Literatürde VAS'ın en uygun ve en kıymetli bir metod olduğu belirtilmiş olmasına rağmen ağrının etki seviyesinin tanımlanmasında yetersiz bir yöntemdir [3]. Gülbandır ve Gülhan yaptıkları çalışmada ağrı düzeyinin belirlenmesinde deri direncinin kullanılabileceğini ortaya koymuşlardır [4]. Çalışmalarında geliştirmiş oldukları sistem ile bel ağrısı olan hastaların bel bölgesindeki deri dirençlerini tedavi öncesi ve tedavi sonrası ölçmüşlerdir. Tedavi öncesi ve tedavi sonrası kişilerin deri direnci değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı derece fark olduğunu belirtmişlerdir. Geliştirmiş oldukları sistem ile bel ağrısı şiddetinin objektif olarak belirlenebileceğini ifade etmişlerdir [4][5].

Bel ağrısının sübjektif ölçüm yöntemini destekleyici çeşitli uzman sistemlerinin tasarımı yapılmaktadır. Sari ise bel ağrısının belirlenmesinde iki uzman sistemin kullanımını tasarlamışlardır [6]. Yapay sinir ağları (YSA) ve uyarlamalı sinirsel bulanık çıkarım (ANFIS) uzman sistemlerinin bel ağrısı düzeyinin belirlenmesinde kullanılabileceğini ortaya koymuşlardır. Gülbandır arkadaşları yine bel ağrısının belirlenmesinde bulanık mantık uzman sistemin de kullanılabileceğini belirtmişlerdir [7]. Uzman sistemin kullanımı ile ilgili olarak farklı medikal alanlarda çalışmalar bulunmaktadır. Forsstrom [8] hem geleneksel istatistiksel yöntemler hem de YSA ile klinik karar sistemlerinin kullanımı araştırmıştır. Çalışma sonucunda YSA ve istatistiksel yöntemlerin klinik karar verici olarak kullanılabileceğini ortaya koymuştur. Carregal hastaların ağrı cevabıyla narkoz perfüzyon dozunun bulanık mantık düzenleyecek sistem tasarlamışlardır [9]. Geliştirilen sistem güvenli bir şekilde kullanılabileceğinin ifade etmişlerdir. Ayrıca bazı çalışmalar

anket usulü değerlendirme ile bel ağrısının sınıflandırılmasında çeşitli uzman sistemleri kullanmışlardır [10][11].

Destek Vektör Makineleri yaklaşımı yakın zaman önce popüler olmuştur. Bu yaklaşım çok boyutlu uzayda yeterli sayıda hiper düzlem oluşturmaktadır [12]. Böylece uzak özel bölgelere ayrılmış olmaktadır. Bahsedilen hiper düzlemler doğrusal da olabilir ya da olmayabilir. Bu hiperdüzlemler sınır noktalarına eşit uzaklıkta tasarlanarak noktalara uzaklık maksimize edilmiştir. Ayrıca Kernel tekniği ile çok boyutlu veri setlerinin de işlenmesi sağlanmıştır.

Bayes Sınıflandırma mantığı ise Bayes kuramını temel alır ve bir olayın gerçekleşme ihtimalini geçmiş tecrübelerle göre olasılıksal olarak hesaplar [13]. Tecrübeler sabit iken Bayes yaklaşımı deterministik bir yapıya sahiptir. Bayes yönteminden verimli sonuçlar alabilmek için özellikler arasında bağımsızlık olmalıdır. Zaman içinde yeni öğrenme verilerine ulaşılması durumunda Bayes yaklaşımı hipotez olasılıklarını yenileyebilmektedir.

Bel ağrısının belirlenmesi sübjektif olarak yapılmaktadır ve böylece aynı ağrı kişiden kişiye farklı olarak algılanmaktadır. Eğer kişinin ağrı eşiği düşük ise kişi hafif şiddetli ağrıyı çok şiddetli diye ifade ederken eşiği yüksek kişi hafif şiddetli olarak adlandırmaktadır. Ağrı çalışmaları ve klinik vakalarda ağrının sübjektif yapılabilmesi ve gerçek değerinin belirlenmesi çok önemlidir. Bu çalışmada Bayes Sınıflama, Destek Vektör Makinesi (SVM) sınıflandırılma yöntemlerini kullanarak bel ağrısının şiddet düzeyinin sübjektif olarak belirlenmesi yapabilecek uzman sistemlerin tasarımını hedeflenmiştir.

I. MATERYAL VE METODLAR

Çalışmamızda daha önceki çalışmalardan elde etmiş olduğumuz kullandığımız veriler kullanılmıştır. 2008 yılında Dumlupınar Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümüne başvuran 110 bel ağrısı hastası ve 59 sağlıklı kişiye aittir. Hastaların demografik özellikleri Tablo.1'de verilmiştir. Tabloda veriler "Ortalama±standart sapma" olarak sembolize edilmiştir.

TABLO I. DENEKLERİN DEMOGRAFİK ÖZELLİKLERİ

Fiziksel özellikleri	Hasta grubu (N=110)	Kontrol grubu (N=59)
Yaş (yıl)	52,5±8,6	54,5±11,4
Boy (m)	1,7±0,8	1,66±0,84
Kilo (kg)	80±11,4	74,3±12,2
Cinsiyet, % (Bayan/Bay)	62,7/37,3	49,2/50,8

Deri direnci ölçümleri denekler yüz üstü yatar pozisyondayken lomber paravertebral bölgeden (hem sağ hem de sol taraftan) Dijital Multimetre (DT-9923B) cihazı

yardımıyla iki yüzey elektrot arasında ölçüm yapılmıştır. İki karbon elektrot lomber vertebra (L5) paravertebral kasları üzerine 15 cm ara ile yerleştirildi. İki gümüş-gümüş klorür elektrot arasına doğru akım (5,5V) uygulanarak ölçüm alındı.

Deneklerin sırt bölgelerinin sağ ve sol bölgelerinden ölçülen deri direnci değerleri giriş değişkeni olarak, visual analog ölçek (VAS) değeri çıkış değişkeni olarak seçilmiştir. Tüm deneklerin verileri arasında rasgele olarak 129 kişiye ait veri sistemlerin eğitimi için kullanılırken 40 veri sistemin testi için ayrılmıştır.

Bu çalışmanın kodlama ve deneysel sonuç alma safhasında R yazılımı kullanılmıştır. R açık kaynaklı bir uygulama platformu olup istatistiksel ve bilimsel hesap işlemlerinde kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra çok sayıda veri madenciliği aracı ve paketi barındırmaktadır ve gönüllü kişilere yeni paketler yazma olanağı sunmaktadır.

Deneysel çalışmaların yapılabilmesi için standart R kütüphanesi yanında e1071 kütüphanesi "Comprehensive R Archive Network" adlı kaynaktan indirilerek kurulmuştur. Bu paketlerde yer alan yeni fonksiyonlar SVM ve Bayes Sınıflandırmanın kodlanmasında kolaylık sağlamıştır.

II. BULGULAR VE SONUÇLAR

Tablo.1'de görüldüğü gibi Hasta grubu ve Kontrol grubunun demografik özellikleri bir birine benzemektedir. Buda ölçümlerde fiziksel ve cinsiyet etkeninin katkılarının olmadığını ortaya koymaktadır. Tablo 2'de Bayes yöntemine göre yapılan sınıflandırmanın gerçek değerlerle (VAS) karşılaştırılması görülmektedir. Gerçek değerler ile Bayes sınıflandırma sonuçları Independent Samples Student t-test ile karşılaştırıldı ve gruplar arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığı görülmüştür (F=1,131 ve P=0,205). Tablodan ve istatistiksel sonuçlar doğrultusunda genel olarak Bayes sınıflandırmanın başarılı bir şekilde kullanılabileceğini söyleyebiliriz.

Tablo 3'de Destek Vektör Makinesi (SVM) göre yapılan sınıflandırma ile gerçek değerler (VAS) arasında yapılan karşılaştırılma sonuçları görülmektedir. Gerçek değerler ile SVM sınıflandırma sonuçları istatistiksel olarak Independent Samples Student t-test yöntemi kullanılarak karşılaştırıldı ve gruplar arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığı görülmüştür (F=14,949 ve P=0,946). Tablodan ve istatistiksel sonuçlar doğrultusunda genel olarak SVM sınıflandırmanın başarılı bir şekilde kullanılabileceğini ortaya koymuştur. Çalışmamızda sistemin testi için ayrılan 40 kişiye ait verilerin kullanılan uzman yöntemlerin ve gerçek değerlerin sonuçları Şekil 1'de görülmektedir.

Sonuç olarak tasarlanmış olduğumuz yöntemler LBP seviyesinin objektif bir şekilde belirlenmesinde etkin bir şekilde kullanılabilir. Çalışma sonuçlarımızın da ortaya koyduğu gibi geliştirmiş olduğumuz sistemler klinik alanlarda da yaygın bir şekilde kullanılabilir. Diğer yandan geliştirmiş olduğumuz yöntemler yoğun bakım hastalarının diğer kas hastalıkları ağrıların ve iç organ ağrıların ağrı şiddeti düzeyinin belirlenmesinde de kullanılabilir. Tabi ki bu

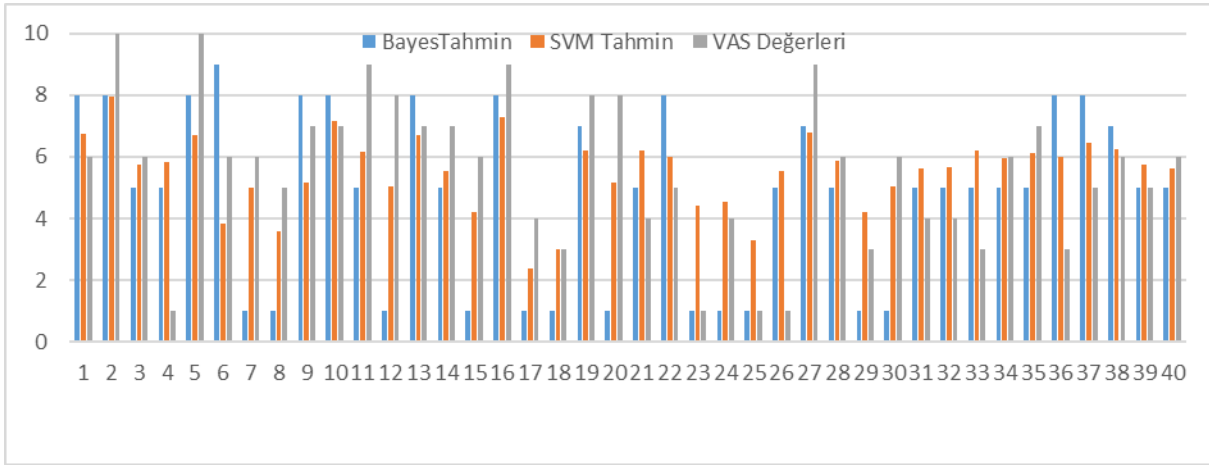
alanlarda da kullanılması için bu hastalıklar için eğitim veri setlerinin oluşturulması gereklidir.

TABLO II. BAYES SINIFLAMAYA GÖRE TEST GRUBUNUN SINIFLANDIRMA SONUÇLARI

		Gerçek Değerlendirme									Toplam
		1,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	
Bayes Tahmin	1,00	2	2	2	1	3	0	2	0	0	12
	5,00	2	1	3	1	4	2	0	1	0	14
	7,00	0	0	0	0	1	0	1	1	0	3
	8,00	0	1	0	2	1	3	0	1	2	10
	9,00	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Toplam		4	4	5	4	10	5	3	3	2	40

TABLO III. SVM SINIFLAMAYA GÖRE TEST GRUBUNUN SINIFLANDIRMA SONUÇLARI

		Gerçek Değerlendirme									Toplam
		1,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	
SVM Tahmin	3,00	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
	4,00	1	1	1	1	4	1	2	0	0	11
	5,00	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
	6,00	1	2	3	3	5	2	1	1	0	18
	7,00	0	0	0	0	1	2	0	2	0	5
	8,00	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
Toplam		4	4	5	4	10	5	3	3	2	40



Şekil. 1. Test için kullanılan verilerin gerçek ve uzman sistemlerin sınıflandırma sonuçları

TEŞEKKÜR

Çalışmamızdaki verilerin temini konusunda desteklerinden dolayı Prof.Dr.Ali CİMBİZ, Doç.Dr.Murat SARI ve Dumlupınar Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümü Egzersiz Merkezi çalışanlarına teşekkür ederiz.

REFERENCES

- [1] H.M. Langevin, and K.J. Sherman, "Pathophysiological model for chronic low back pain integrating connective tissue and nervous system mechanisms", Med Hypotheses, 68, 2007, 74-80.
- [2] D. Gould, D. Kelly, L. Goldstone, and J. Gammon, "Examining the validity of pressure ulcer risk assessment scales: developing and using illustrated patient simulations to collect data", Journal of Clinical Nursing, 2001, 10, 697-706.
- [3] E. Stener-Victorin, T. Lundberg, J. Kowalski, L. Opdal, J. Sjöström, and L. Lundberg, "Perceptual matching for assessment of itch; reliability and responsiveness analyzed by a rank-invariant statistical method", J. Invest. Dermatol, 121, 2003, pp. 1301-1305.
- [4] E. Gulbandilar, H. Gulhan, "A new measurement method for determination of low back pain", Scientific Research and Essays, 2010, 5(22), 3371-3377.
- [5] H. Gülhan, "Deri direnci değerlerinin hastalıklarda ön tanı aracı olarak kullanılması", Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tez Çalışması. 2009
- [6] M. Sari, E. Gulbandilar, ve A. Cimbiz, "Prediction of Low Back Pain with Two Expert Systems", Journal of Medical System, 2012, 36:1523-1527.
- [7] E. Gulbandilar, M. Sari, A. Cimbiz, American Journal of Biomedical Science and Engineering, 2015, 1(5): 58-62.
- [8] J.J. Forsstrom, "Artificial neural networks for decision support in clinical medicine", Ann. Med., 1995, 27:509-517.
- [9] A. Carregal, A. Figueira, M. Núñez, A. Carollo, A. Lorenzo, M. Rey, and G. González, "Fuzzy logic and postoperative pain", Rev. Esp. Anesthesiol. Reanim., 1997, 44(6):215-217.
- [10] D.G. Bounds, P.J. Lloyd, B. Mathew, and G. Waddell, "A multilayer perceptron network for the diagnosis of low back pain", IEEE Int. Conf. Neural Netw., 1998, pp. 2:481-489.
- [11] L. Lin, P.J.H. Hu, and O.R.L. Sheng, "A decision support system for lower back pain diagnosis: uncertainty management and clinical evaluations", Decis. Support Syst., 2006, 42:1152-1169.
- [12] B.E. Boser, I.M. Guyon, and V.N. Vapnik, "A training algorithm for optimal margin classifiers". Proceedings of the fifth annual workshop on Computational learning theory, 1992. p. 144. doi:10.1145/130385.130401. ISBN 089791497X.
- [13] S. Russell and P. Norvig, "Artificial Intelligence: A Modern Approach" (2nd ed.). Prentice Hall, 2003, ISBN 978-0137903955.

Evirilmiş Darbe Konum Modülasyonu (I-PPM) için Modülatör Mimarilerinin Tasarımı ve Performanslarının Analizi

The Design and Performance Analysis of Modulator Architectures for Inverted Pulse Position Modulation (I-PPM)

Mehmet Sönmez

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi
Osmaniye, Türkiye
msonmeztr@gmail.com

Özet—Yapılan çalışmada I-PPM (Inverted Pulse Position Modulation: Evirilmiş Darbe Konum Modülasyonu) için döndürme, sayaç ve mux tabanlı olmak üzere üç modülatör mimarisinin tasarımı gerçekleştirilmiştir. Tasarımı yapılan mimarilerin birbirlerine göre üstünlükleri derleme sonuçları ile verilmiştir. Ayrıca üç mimari için de ortak çalışabilecek bir demodülatör mimarisi geliştirilmiştir. Önerilen demodülatör mimarisi karşılaştırmalı tabanlı olarak tasarlanmıştır. Demodülatör mimarisi kullanılarak bilgi bitlerinin başarılı bir şekilde tahmin edilmesi sağlanmıştır. Önerilen mimariler sayısal tabanlı olup Quartus 9.1 programında FPGA (Field Programmable Gate Array: Alanda Programlanabilir Kapı Dizileri) kartında çalıştırılabilir biçimde tasarlanmıştır.

Anahtar Kelimeler—I-PPM, FPGA, modülatör, demodülatör.

Abstract— In this work, the design of three modulator architectures that include rotating, counter and mux-based is realized for Inverted Pulse Position Modulation (I-PPM). The advantages of these architectures are given by using compier results. Furthermore, a common demodulator structure is improved for these modulator architectures. The detection of message bits is successfully obtained by using the proposed demodulator architecture. The proposed structures are digital-based and, designed in Quartus 9.1 to run FPGA board.

Index Terms—I-PPM, FPGA, modulator, demodulator.

I. GİRİŞ

VLC (Visible Light Communication: Görünür Işık Haberleşmesi), kapalı ortam haberleşme sistemleri için umut veren LED'li haberleşme sistemidir. VLC sayesinde ortam içerisindeki elektromanyetik dalga yoğunluğu elemine edilerek elektromanyetik girişimin neden olduğu problemlerin ortadan kaldırılması amaçlanmaktadır. Ancak LED'li sistemlerin önde gelen problemlerinden birisi alıcı-verici çiftinin görüş alanı içerisinde bulunmasıdır.

VLC sistemleri için OOK (On-Off Keying: Aç-Kapa Anahtarlama), PPM, FSK (Frequency Shift Keying: Frekans

Kaydırmalı Anahtarlama) gibi birçok modülasyon tekniği literatürde önerilmiştir. PPM tekniği içerisinde V-PPM (Variable PPM: Değişken PPM) modülasyonu LED parlaklığını ayarlamak için oldukça esnek bir yapıdadır. I-PPM tekniği ise çalışma [1]'de önerilmiştir. Önerilen modülasyon tekniği geleneksel PPM tekniğinin tam tersi olarak çalışmaktadır. Geleneksel PPM tekniğinde bilgi bitlerinin durumuna göre uygun zaman aralığı doldurulurken I-PPM tekniğinde bilgi bitleri ile uygun zaman aralığı boşaltılmaktadır.

I-PPM tekniği ile ilgili yapılan bir çalışmada TCM tekniği uygulanan bir Overlapping-PPM yapısı, PPM tekniği ve I-PPM tekniğinin farklı veri iletim oranları için bit hata oranlarının karşılaştırmasını içeren bir çalışma gerçekleştirilmiştir [2]. Yapılan çalışma teorik bir çalışma olup donanımsal tasarımlara yer verilmemiştir. V-PPM modülasyon tekniği ile ilgili literatürde donanımsal uygulamalara yer verilmiştir. Gerçekleştirilen bir çalışmada V-PPM tekniği için taşıyıcı senkronizasyonu geçekleştiren bir demodülatör mimarisi önerilmiştir [3]. Önerilen çalışmada taşıyıcı işaretlerin senkronizasyonu için kullanılan zaman ekleme ve çıkarma aşaması demodülatörün hızını etkilemektedir. Farklı bir çalışmada karartma seviyesini hızlı bir şekilde ayarlayabilmek için yeni bir modülatör mimarisi önerilmiştir [4]. Çok seçenekli bir VPPM yapısı için mux tabanlı bir mimarinin dezavantajı verilerek yeni bir VPPM mimarisinin önerildiği çalışmada sayaç tabanlı bir yapı önerilmiştir [5]. Önerilen yapının karartma seviyesi ve kod sözcüğü değiştirilerek derleme işlemleri gerçekleştirilmiş olup mux tabanlı mimari ile karşılaştırması yapılmıştır.

Bizim çalışmamızda I-PPM modülasyon tekniği için üç mimari tasarımı gerçekleştirilmiştir. Tasarımı yapılan yapılar mux, sayaç ve döndürme tabanlı olmak üzere kaynak kullanımı açısından daha mimarilerin verimlilikleri karşılaştırılmıştır. Tasarlanan mimarilerin benzetim sonuçları verilerek yöntemlerin doğruluğu ispatlanmıştır. Ayrıca tasarlanan

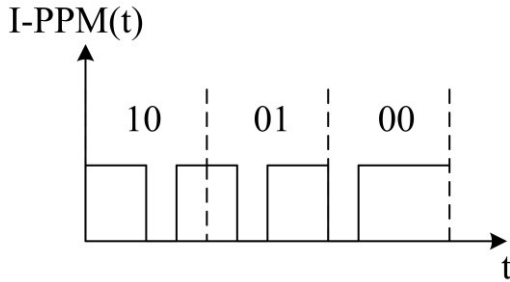
mimariler için ortak bir demodülatör yapısı kullanılarak veri bitleri başarılı bir şekilde elde edilmiştir.

II. I-PPM TEKNIĞİ

Bu bölümde I-PPM tekniğinin teoriksel alt yapısı verilerek, I-PPM sinyallerinin dalga şekilleri incelenecektir. I-PPM tekniği V-PPM ve Farksal PPM gibi PPM tekniğinin alt modülasyon tekniklerinden birisidir. PPM tekniğine göre bu teknik kullanılarak daha fazla güç harcanmaktadır. PPM tekniğinin gücünün yetersiz kaldığı mesafeler için I-PPM tekniği tercih edilebilmektedir. I-PPM tekniği geleneksel PPM tekniğinden dolu alt aralık ve boş alt aralıkların tam ters biçimde elde edilmesi şekliyle farklılık göstermektedir. Aynı sembol yapısı için I-PPM sinyalinde dolu olan alt aralıklar PPM sinyalinde boş; I-PPM sinyalinde boş olan alt aralıklar PPM sinyalinde dolu olarak üretilmektedir. Yani PPM sinyalinde bir sembol sadece bir alt aralıkla ifade ediliyorken, I-PPM sinyalinde 'L' alt aralık için 'L-1' adet alt aralıkla ifade edilmektedir. I-PPM tekniği için önerilen matematiksel yapı denklem (1)'de verilmiştir.

$$I-PPM(t) = \begin{cases} 0, & t \in [(i-1)T/L, iT/L] \\ 1, & \text{diğer durumlarda} \\ i \in \{1,2,3,...,L\} \end{cases} \quad (1)$$

Denklem (1)'de L, alt aralık sayısı ve T, bir sembol süresi olarak ifade edilmektedir [1]. Denklem (1) kullanılarak elde edilen I-PPM sinyali ise Şekil 1'de görüldüğü gibidir.



Şekil 1. I-PPM sinyalinin zamana göre değişimi

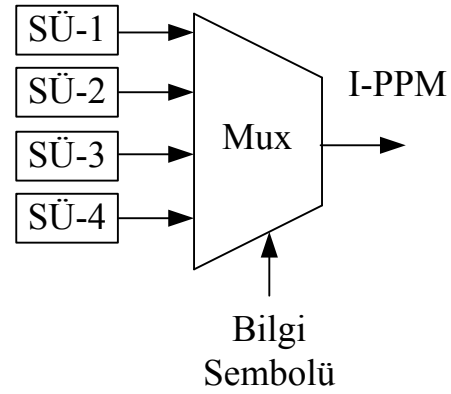
Şekil 1'de verilen dalga biçimi incelenirse sembolün sayı değerine karşılık gelen zaman aralığında darbe gönderilmemektedir. Geleneksel I-PPM tekniği için oluşturulabilecek bir kod sözcüğü tablosu Tablo-1'de görüldüğü gibi verilebilir.

Sembol	I-PPM Kod Bitleri
00	0111
01	1011
10	1101
11	1110

Şekildeki tablodan görüldüğü gibi ve çalışma [5]'te belirtildiği gibi I-PPM tekniğinin geleneksel üretimi mux tabanlı mimariler için daha elverişlidir. Tablodan görüldüğü gibi sembolü oluşturan bit sayısı ile toplam kod bit sayısı arasında üstel bir ilişki mevcuttur. Yani sembolü oluşturan bit sayısı k olsun. Kod bitleri sayısı $=2^k$ eşitliği sağlanmış olur. Çünkü Tabloda sembolü oluşturan bit sayısı 2'dir ve kod bitleri sayısı da 4'tür.

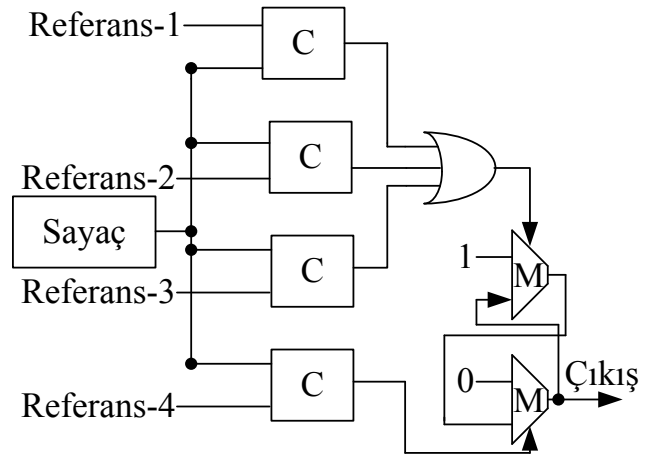
III. I-PPM TEKNIĞİ İÇİN MİMARİLERİN TASARIMI

Önceki bölümde açıklandığı gibi geleneksel I-PPM modülatör şeması için mux tabanlı mimariler elverişli görünmektedir. Bu çalışmada önerilen mimarilerin çalışma verimliliklerinin oldukça yakın olduğu görülmüştür.



Şekil 2. I-PPM Modülatör Mimarisi

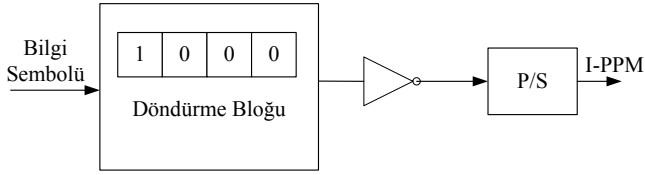
Şekil 2'de SÜ blokları sinyal üretici olarak ifade edilmektedir. Bilgi bitleri pini 2 bitten oluşmaktadır. Bilgi sembolü mux bloğunun seçici pinine uygulanarak sinyal üretici bloklarından ilgili olanının aktif edilmesini sağlamaktadır.



Şekil 3. Sinyal Üretici Mimarisi

Şekil 3'te C ve M sırasıyla karşılaştırıcı ve mux bloklarını ifade etmektedir. Verilen referans değerler ile sayaç çıkışındaki değer karşılaştırılmakta ve eşitlik anında '1' sinyali üretilmekte ardından karşılaştırıcı çıkışı '0' seviyesine düşmektedir. Dolayısıyla karşılaştırıcı çıkışı '1' seviyesine yükseldiği anda mux blokları ilgili girişi çıkışı aktarmaktadır. Mimaride üstteki mux bloğunun girişlerinden birisi çıkış tarafından beslenmektedir. Şekil 3'te verilen yapıda referans 4 yerine diğer referanslar kullanılarak dört sinyal üretici de üretilebilmektedir. Şekil 2 ve Şekil 3'te verilen mimariler geleneksel mimariler için kullanılabilecek yapılardır.

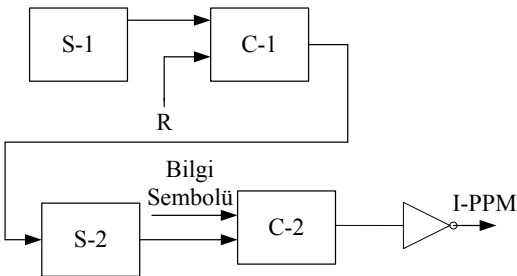
Önerilen diğer bir yöntem ise döndürme yöntemi kullanılarak oluşturulan mimaridir. Mimari için dört bitlik bir kaydedici kullanılarak gelen bilgi sinyalinin durumuna göre kaydedici belirli bir oranda sağ tarafa döndürülmüştür. Elde edilen son sayı değeri bir paralelden seriye dönüştürücü yardımıyla seri olarak iletilmiştir. Önerilen mimari için oluşturulmuş blok diyagram Şekil 4'te görüldüğü gibidir.



Şekil 4. Döndürme Tabanlı Mimari

Şekil 4'te verilen mimari döndürme tabanlı bir mimaridir. Verilen mimaride P/S bloğu paralelden seriye dönüştürücü olarak görev yapmaktadır. Şekilde bilgi sembolü 2 bitten oluşmaktadır. Gelen bilgi bitleri bir seriden paralele dönüştürücüden geçirilerek bitler ikiyeşerli olarak gruplandırılır. Bilgi sembolünün desimal değerine bağlı olarak döndürme bloğu kaydedicideki "1000" değerini döndürmektedir. Sonuç bir periyodun $\frac{1}{4}$ periyot süresince seriye ayrılarak I-PPM sinyali oluşturulmaktadır.

Önerilen diğer bir yöntem ise sayaç tabanlı yöntemdir. Bu yöntemde kullanılan bir sayaç ve karşılaştırıcı yardımıyla herhangi bir P/S bloğuna ihtiyaç duyulmadan I-PPM sinyali elde edilmektedir. Kaynak [5]'te VPPM tekniğinin sayaç tabanlı mimari ile gerçekleştirilebileceği ispatlanmıştır. Bizim çalışmamızda farklı bir sayaç tabanlı mimari kullanılmış olup Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Sayaç tabanlı mimari

Şekil 5'te verilen sayaç tabanlı mimaride S ve C sırasıyla sayaç ve karşılaştırıcı olarak nitelendirilirler. Şekilde S-1 sayacı bir periyodun $\frac{1}{4}$ 'i süresince saymakta olup S-2

değerini her çeyrek periyotta bir artırmaktadır. Bilgi sembolünün desimal değeri ile S-2 değeri C-2 bloğu sayısında karşılaştırılır ve eşitlik durumunda çıkışa '0' seviyesinde bir sinyal verilirken; diğer durumlarda lojik '1' seviyesindeki sinyal I-PPM sinyalini oluşturmaktadır.

IV. I-PPM MİMARİLERİ İÇİN DERLEME SONUÇLARI

Bu bölümde önerilen üç adet I-PPM mimarisi için elde edilen derleme sonuçlarına yer verilerek mimarilerin kaynak kullanımları karşılaştırılmıştır. Ayrıca önerilen mimarilerin her birinin maksimum çalışma frekansları derleme sonuçlarından elde edilmiştir. Tablo II'de önerilen mimariler için Quartus 9.1 sp2 FPGA derleyicisinde elde edilmiş sonuçlara yer verilmektedir.

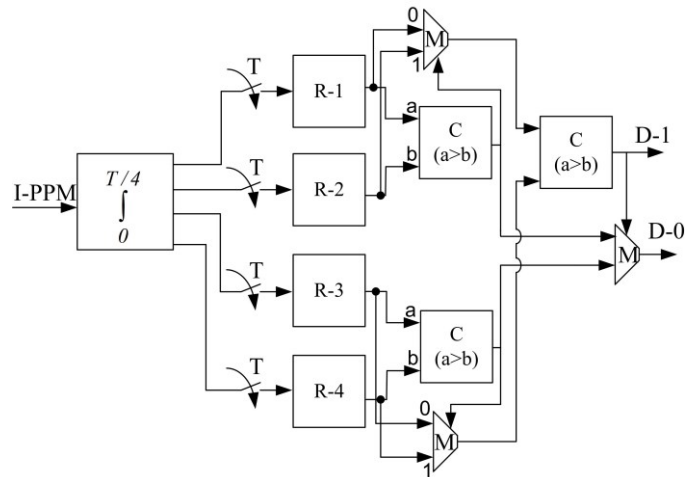
Tablo 2. Derleme Sonuçları

Mimari	TLE	Kaydedici	MÇF
Mux	120	75	170.33
Döndürme	121	76	178.06
Sayaç	114	71	190.08

Tablo 2'de TLE ve MÇF sırasıyla Toplam Lojik Eleman Sayısını ve Maksimum Çalışma Frekansını göstermektedir. Tabloda verilen frekans değeri birim olarak MHz'dir. Tablodaki verilere göre önerilen üç yöntem de yaklaşık olarak eşit kaynak kullanmaktadır. Sayaç tabanlı olarak önerilen yöntemin TLE bakımından önemsenmeyecek kadar bir üstünlüğü bulunmaktadır. MÇF açısından yine verimli çalışan mimari 190.08 MHz ile Sayaç tabanlı mimaridir.

V. I-PPM İÇİN DEMODÜLATÖR MİMARİSİNİN TASARIMI

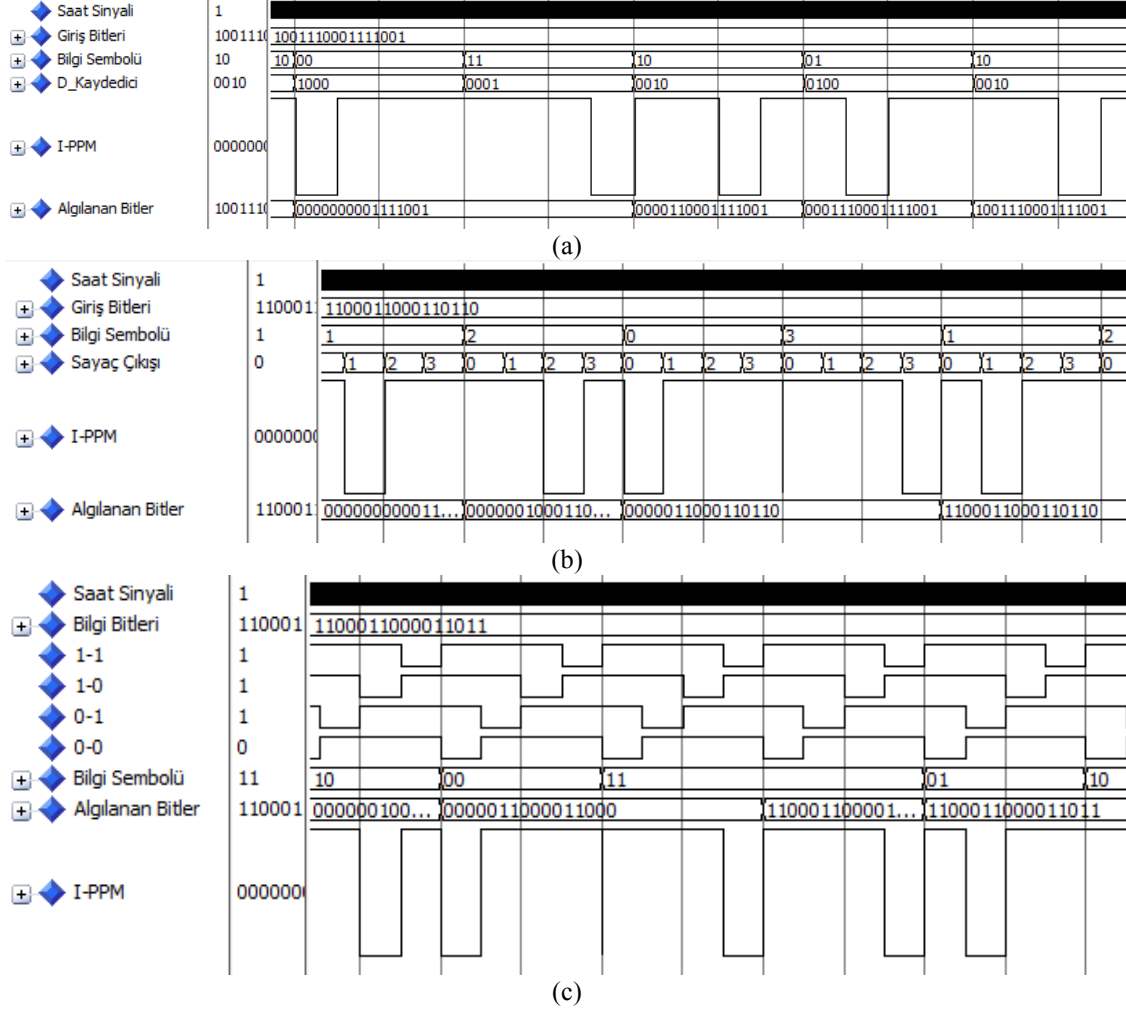
Bu bölümde, bir önceki bölümde verilen modülör mimarileri kullanılarak elde edilen sinyalin demodülasyonu için mimari tasarımı gerçekleştirilerek bilgi bitlerinin tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Quartus programında tasarımı yapılan demodülörün blok diyagramı Şekil 6'da verildiği gibidir.



Şekil 6. I-PPM için Demodülör Yapısı

Şekil 6'da verilen yapı incelenirse karşılaştırmacı tabanlı bir demodülatör mimarisinin kullanıldığı görülecektir. Dört durum olduğu için ilk durumda I-PPM sinyalinin çeyrek periyotluk süreler içerisinde integrali alınmaktadır. Alınan her bir integral sonucu R-1, R-2, R-3 ve R-4 olarak ifade edilen kaydedicilerde tutulmaktadır. Bir sembol iletimi için geçen süre sonunda karşılaştırma devreleri yardımıyla D-0 ve D-1 bilgi bitleri tahmin edilmektedir. R-1 ve R-2 kaydedicileri ile

R-3 ve R-4 kaydedicileri ilk önce ikiye bölünürken kendi aralarında karşılaştırılmaktadırlar. Bunun nedeni boş slotun bulunduğu yarım periyottaki konumunu belirlemektir. Bir yarım periyotluk sürenin birinci veya ikinci çeyrek slotunda yer alabilir. Kaydedicilerde tutulan en küçük sayının durumuna göre boş slotun konumu ve bilgi bitlerinin durumu belirlenebilmektedir. Kullanılan ikinci karşılaştırmacı bloğu ise



Şekil 7. Benzetim Sonuçları

boş slotun hangi yarım periyotta olduğunu belirlemek için kullanılmaktadır. Boş slot birinci veya ikinci yarım periyotta konumlandırılmış olabilir.

VI. BENZETİM SONUÇLARI

Bu bölümde I-PPM mimarisi için tasarlanan mimarilerin benzetim sonuçlarına yer verilmiştir. Tasarım için kullanılan program Quartus 9.1 sp2 programı olup benzetim için Modelsim-Altera programı kullanılmıştır. Şekil 7'de tasarımı yapılan modüller için benzetim sonuçları görülmektedir.

Şekil 7-a'da döndürme mimarisi için elde edilen sonuçlar verilmiştir. Şekilde D-kaydedici, döndürülen kaydedici olarak ifade edilmektedir. Bilgi sembolünün desimal değerine göre

'1000' kaydedici değeri döndürülmektedir ve bir paralelden seriye dönüştürücü yardımıyla seri olarak iletilmektedir. İletilen sinyal (I-PPM) demodülatör girişine uygulanarak sinyalin demodüle edilmesi sağlanmıştır. Algılanan bitler ile Giriş Bitlerinin aynı olması demodülatörün doğru çalıştığını göstermektedir.

Şekil 7-b'de sayaç tabanlı tasarlanan mimarinin benzetim sonuçları verilmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi sayaç çıkışı ile bilgi sembolü eşit olduğu süre zarfında lojik-0 farklı olduğu süre içerisinde ise lojik-1 sinyali I-PPM sinyalini oluşturmaktadır.

Şekil 7-c'de diğer mimarilerden farklı olarak mux tabanlı mimari için elde edilen sonuçlar görülmektedir. Şekilde 1-1, 1-0, 0-1 ve 0-0 olarak ifade edilen değişkenler mux bloğunun

veri girişine uygulanmış olup mux bloğunun seçici pin girişine ise bilgi sembolü uygulanmıştır. Bilgi sembolünün durumuna göre şekilde verilen I-PPM sinyali oluşmuştur.

VII. SONUÇ

Yapılan çalışmada I-PPM modülasyon tekniği için mux, sayaç ve döndürme tabanlı üç mimarinin tasarımı ve karşılaştırmaları verilmiştir. Önerilen mimariler Quartus 9.1 programında tasarlanarak derleme sonuçlarına göre üstünlükleri verilmiştir. Modülatör mimarileri için ortak çalışabilen bir demodülatör mimarisi önerilerek modülasyonlu sinyalin demodüle edilmesi sağlanmıştır. İleride yapılacak olan çalışmalarda sistemin gerçek zamanlı veri iletimi sağlayabilecek şekilde tasarlanması gerçekleştirilebilir.

REFERENCES

- H. Sugiyama, S. Haruyama, and M. Nakagawa, "Experimental investigation of modulation method for visible-light communications," IEICE Trans. Communications, vol. E89-B, no. 12, pp. 3393-3400, Dec. 2006.
- X. Ma, K. Lee, and K. Lee, "Appropriate modulation scheme for visible light communication systems considering illumination," Electron. Lett., vol. 48, no. 18, pp. 1137-1139, Aug. 2012.
- J. Noh, S. Lee, J. Kim, M. Ju, Y. Park, "A dimming controllable VPPM-based VLC system and its implementation," Optics Communications vol. 343, pp. 34-37, Jan. 2015.
- S. Lee, B.G. Ahn, M. Ju, Y. Park, A modified VPPM algorithm of VLC systems suitable for fast dimming environment, Opt. Commun. vol. 365, pp. 43-48, Apr. 2016.
- J. D. Jeong, S. K. Lim, I. S. Jang, M. S. Kim, T. G. Kang, and J. W. Chong, "Novel Architecture for Efficient Implementation of Dimmable VPPM in VLC Lightings," ETRI Journal, vol. 36, no. 6, pp. 905-912, Jul. 17.

Cam Yapıştırma Kalitesinin Kızılötesi Bölgede Görüntü İşleme Yoluyla Gerçek Zamanlı Olarak Değerlendirilmesi

Real Time Evaluation of Glass Bonding Quality by Infrared Range Image Processing

Ahmet Burak Gökbayrak, Oğuzhan Urhan

Kocaeli Üniversitesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü
KULE (Kocaeli University Laboratory Embedded and Vision Systems)

Kocaeli, Türkiye

{burak.gokbayrak, urhano}@kocaeli.edu.tr

Özet— Bu çalışmada, camların herhangi bir yüzeye yapıştırılması sırasında oluşabilecek hataları tespit edilmesi amacıyla görüntü işleme tabanlı bir yaklaşım önerilmiştir. Camların herhangi bir zemine yapıştırılması sırasında sıcaklığı 150°C'yi bulabilen yapıştırıcılar kullanılmaktadır. Geliştirilen sistemde kızılötesi kamera kullanılarak cama sürülmüş bu yapıştırıcıların görüntüsü alınmaktadır. Alınan görüntü üzerindeki kesiklik, incelik durumları tespit edilerek olası hatalı yapıştırmaların tespiti sağlanmaktadır. Deneysel sonuçlar geliştirilmiş olan sistem ile cam yapıştırıcılarında oluşabilecek kesiklik ve incelik gibi yapıştırma kalitesini etkileyecek parametrelerin tespiti etkin bir şekilde yapılabildiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler—Kızılötesi görüntüleme, cam yapıştırıcı kontrolü.

Abstract— In this work, an image processing based approach is proposed to detect erroneous glass bonding situations. The temperature of adhesive materials used during the glass bonding process may reach 150°C. Thus, in the proposed system an IR camera is employed to capture input images to detect adhesive material on the glass. Next, the input image is analyzed to detect discontinues and thinning like artefacts on the adhesive material. Experimental results show that the proposed approach is able to detect different artefacts encountered during the system tests.

Index Terms—Infrared imaging, glass bonding quality control

I. GİRİŞ

Camların çeşitli yüzeylere sıcak yapıştırıcılarla yapıştırılması, sızdırmazlık sağlaması, titreşim engellemesi ve güçlendirme özelliği bulunmasından dolayı çok çeşitli sektörlerde kullanılmaktadır [1]. Yapıştırıcıların düzgün yapıştırılamaması durumunda camdan sızdırma olabilmekte ve hareketli sistemlerde titreşim problemi ile karşılaşmaktadır. Bu sebeplerden dolayı yüzeye sürülen yapıştırıcının kalite kontrolünün yapılması ve hatalı yapıştırıcı sürülen camların ürünlerde kullanılmaması önem arz etmektedir.

Sıcak yapıştırıcı uygulamalarında kullanılan yapıştırıcıların sıcaklıkları 150°C'yi bulabilmektedir [2]. Hem sıcak

yapıştırıcıların bu özelliklerinden hem de gelişen teknoloji ile beraber maliyeti düşüp kullanımı artan kızılötesi kamera teknolojilerinden hareketle bu çalışmada yapıştırıcı kalitesinin tespiti işlemi için kızılötesi kamera kullanımı tercih edilmiştir.

Görüntü işleme temelli kalite kontrol giderek yaygınlaşmakta ve hali hazırda birçok uygulamada kullanılmaktadır. [3]'te lastik üniformasını, balansını ve performansını etkileyen sebepleri ortaya çıkarılmak amacıyla iki adet çizgi lazer ve iki adet kameradan oluşan gerçek zamanlı bir sistem önerilmiştir. Önerilen sistemde lastik sırt profilinin üç boyutlu bir modeli çıkarılmakta ve belirlenen toleransların dışında bir üretim olduğu takdirde kullanıcıya uyarı verilmektedir. [4]'te görüntü işleme yöntemleri ile kalite kontrolün tekstil alanında bir uygulamasına yer verilmiştir. Bu çalışmada tekstil ürünlerinde hatalı bölgelerin tespit edilebilmesi için dalgacık dönüşümü ve destek vektör makinaları temelli bir yöntem ortaya konmuştur.

Literatürde kızılötesi kameralardan alınan görüntülerin işlenmesi ile yapılmış çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. [5]'de sürücü uyuklamalarının tespiti edilmesi için yakın kızılötesi kameradan alınan görüntülerin işlenmesine dayalı bir yöntem önerilmiştir. Önerilen yöntemde yakın kızılötesi kamera ile alınan görüntülerde yüz tespitinin standart kameralara oranla daha başarılı olduğu gösterilmiş ve Gabor dalgacığı ile genetik algoritma tabanlı bir yaklaşımla sürücülerin uyuklamalarının tespiti gerçekleştirilmiştir. [6]'da insan hareketlerinin gece tespit edilebilmesi için kızılötesi termal kamera ile kullanılan bir yöntem önerilmiştir. Önerilen yöntemde termal kızılötesi kamera ile alınan görüntüler üzerinde bölütleme ve özellik çıkartımı gerçekleştirilmiştir. Tespit edilen hareketin daha önceden belirlenen hareketlerden hangisi olduğunun tespit edilebilmesi için SVM tabanlı bir sınıflandırma kullanılmıştır. [7]'de ise kızılötesi kamera kullanılarak gerçek zamanlı bir şekilde trafikte yaya tespitine olanak sağlayan bir yöntem önerilmiştir. Önerilen yöntemle kızılötesi kamera ile alınan görüntüler üzerinden trafikte bulunan yayalar arka plan çıkartımı ve eşikleme ile tespit edilmiş, ayrıca geliştirilen

sistem ile yaya algılandığında merkezi bir sunucuya bilgi verilmesi sağlanmıştır.

Hali hazırda özellikle otomotiv camlarının yapıştırılma kalitesini tespit edebilmek amacıyla bazı ürünler piyasada bulunmaktadır. Bunlardan biri Eines firmasına aittir [8]. Bu sistemde yapıştırıcı kalitesini tespit edebilmek amacıyla yapıştırıcı sürülen aparata görünür bölgede çalışan bir kamera monte edilmiştir. Yapıştırıcıyı süren aparatın hareketiyle beraber kamera da hareket etmekte ve sürekli ölçüm almaktadır. Bahsedilen ürün oldukça yüksek başarımla kontrol işlevini yerini getirmektedir. Bir diğer ürün ise Isra Vision tarafından geliştirilmiştir [9]. Isra Vision bu konuda iki farklı çözüm sunmaktadır. İlk çözüm [8]'de olduğu gibi yapıştırıcı aparatın üzerine kamera bağlanarak sürekli ölçüm alacak şekilde tasarlanmıştır. İkinci çözüm ise yapıştırıcı sürme işleminin tamamlanmasının ardından sabit olarak yerleştirilmiş 7 adet kameradan alınan görüntülerin işlenmesi ile gerçekleştirilmektedir. [9]'daki sistemde görünür bölge kameralar kullanılmaktadır.

Bu çalışmada ise sıcak cam yapıştırıcılarında üretim esnasında oluşabilecek inceltme ve kesiklik gibi problemlerin tespit edilebilmesi için kızılötesi kamera ile gerçek zamanlı olarak kalite kontrolü sağlayacak bir yaklaşım önerilmiştir.

II. ÖNERİLEN SİSTEM

A. Kullanılan Kızılötesi Kamera

Camları herhangi bir yüzeye yapıştırmak için sıcaklığı 150°C'yi bulan yapıştırıcılar kullanıldığı bilinmektedir. Cam yapıştırma işleminde kullanılan sıcak cam yapıştırıcılarının bu özelliğinden faydalanmak için bu çalışmada cam yapıştırıcı kalitesini tespit edebilmek amacıyla bir kızılötesi kameradan alınan görüntülerin işlenmesine dayalı bir yöntem geliştirilmiştir. Geliştirilen yöntem ile cam yapıştırıcılarının kalitesinin gerçek zamanlı olarak tespit edilmesi amaçlanmaktadır.

Çalışmada COX firmasının CX320 isimli ürünü kullanılmıştır. 324×288 piksel çözünürlüğüne sahip olan bu kamera -20°C ile 650°C arasındaki sıcaklıkları $\pm 2^\circ\text{C}$ 'lik hassasiyetle algılayabilmektedir. Aynı zamanda kendi arayüzü vasıtasıyla seçilen çalışma alanlarında kullanıcı tarafından belirlenen sıcaklık değerlerine göre de uyarı verme ve hata kontrolü gibi çeşitli durumları tespit etme olanağı da bulunmaktadır. Şekil 1'de bu sistemde kullanılan kameraya yer verilmiştir. Şekil 2'de ise kamerayla alınan örnek bir yapıştırıcı görüntüsü verilmiştir.



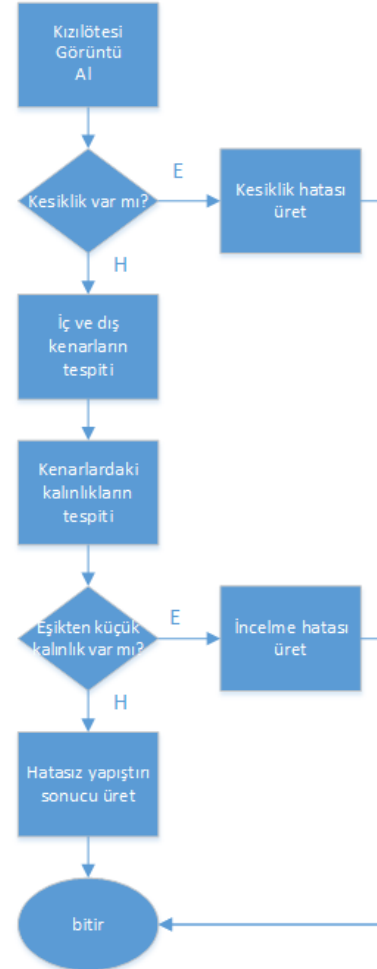
Şekil 1. Kullanılan kızılötesi kamera.



Şekil 2. Kameradan alınan örnek bir görüntü

B. Önerilen Görüntü İşleme Yaklaşımı

Şekil 3'de önerilen görüntü işleme yönteminin akış şemasına yer verilmiştir. Önerilen yöntemde ilk olarak CX320 kızılötesi kamerasından görüntü alma işlemi gerçekleştirilmektedir. Bunu gerçekleştirmek için COX firmasının sağladığı SDK (Software Development Kit) kullanılmaktadır.



Şekil 3. Önerilen yöntemin akış diyagramı

III. DENEYSEL SONUÇLAR

Sıcak yapıştırıcıda kesiklik olup olmadığının tespit edilebilmesi için görüntü ilk olarak sabit bir eşik değeri ile eşiklenerek ikili görüntü şekline dönüştürülmektedir. Ardından ikili görüntü üzerinde [10]'da verilen yöntemle sınırların tespit edilmesi gerçekleştirilmektedir. [10]'da verilen yöntemde ikili görüntü üzerinde bağlı nesneler analizi temelli bir yaklaşım kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda alınan görüntüler incelendiğinde görüntüde kapalı en büyük alanın yapıştırıcıya ait olduğu ve bu alanın da yapıştırıcı sürülen cam şekline göre yaklaşık olarak sabit olduğu görülmüştür. Bu noktadan hareketle sınırların tespit edilmesinin ardından tespit edilen kapalı sınırlar içerisinde alan tespiti gerçekleştirilmektedir. Eğer bulunan en büyük alan belirli bir eşikten küçük ise burada yapıştırıcı ile alakalı bir kesiklik hatası olduğu kararı verilmektedir.

Kesiklik olmadığı tespit edilen görüntülerde daha önce elde edilmiş eşiklenmiş görüntülerden sadece en büyük alana ele alınır. Bu alan içerisinde önce dış kenarların koordinatları ardından ise iç kenarların koordinatları morfoloji ve ikili görüntü üzerinde arama yoluyla tespit edilir. İlgili adımlar aşağıda verilen adımlarla gerçekleştirilir.

- Kesiklik tespitinde elde edilen en büyük alan üzerinde uygun yapı elemanı ve (1)'de verilen işlemle sınırlar çıkarılır. Burada I orijinal görüntüye, H belirlenen yapı elemanına, Θ ise morfolojik aşındırma işlemine karşılık gelmektedir.

$$\text{sınır}(I) = I - (I \Theta H) \quad (1)$$

- Sınırlar tespit edildikten sonra yapıştırıcının içine ve dışına karşılık gelen piksel koordinatlarının tespit edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla görüntü üzerinde sol üst köşeden başlanarak beyaz pikseller aranmaktadır. Bulunan ilk beyaz piksel dış sınıra ait olacağından bu piksel bulunduktan sonra merkez pikseli ilk bulunan beyaz pikselden başlamak üzere 3×3 piksellik bir arama alanında bulunan beyaz piksel tespit edilerek ve işlem yapılan piksel işaretlenip bir daha işlem yapılmasının önüne geçilerek takip işlemi yapılmaktadır. Bu takip işlemi neticesinde dış sınıra ait piksel koordinatları tespit edilmektedir.
- Bir önceki adımda verilen dış sınırı bulmak için kullanılan yol aynı şekilde iç sınırı bulmak için de kullanılmaktadır. Bu iki adım neticesinde iç ve dış sınırlara ait koordinatlar elde edilmektedir.

Tespit edilen iç noktalar temel alınarak iç noktaya en yakın uzaklıktaki dış nokta Öklid uzaklığı kullanılarak tespit edilir. (2)'de Öklid uzaklığının ilgili probleme uygulanmasına yer verilmiştir.

$$d = \min(\sqrt{(i\zeta(x_i) - d\zeta(x_j))^2 + (i\zeta(y_i) - d\zeta(y_j))^2}) \quad (2)$$

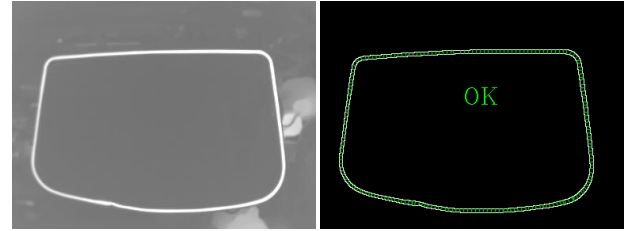
Öklid uzaklığına göre hesaplanan uzaklıklar probleme göre belirlenecek bir eşik ile eşiklenmekte ve buna göre hata olup olmadığına karar verilmektedir.

Üretim esnasında cama sürülen sıcak yapıştırıcılarda sürme işleminden kaynaklı olarak sorunlu durumlar söz konusu olabilmektedir. Bu çalışmada gerçek zamanlı olarak yapıştırıcıların sürülme kalitesi kontrol edilmiştir.

Çalışma kapsamında geliştirilen yöntemin başarımını test edebilmek amacıyla uygulama alanından 175 adet görüntü alınmıştır. Bu görüntüler içerisinde hem hatasız hem inceleme hatasına sahip hem de kesikliğe sahip görüntüler bulunmaktadır. İlgili örneklerin hatasız ya da hatalı olduğunun sınıflandırması, uygulama alanında bu konuda çalışan uzmanların verdiği bilgiler doğrultusunda gerçekleştirilmiştir.

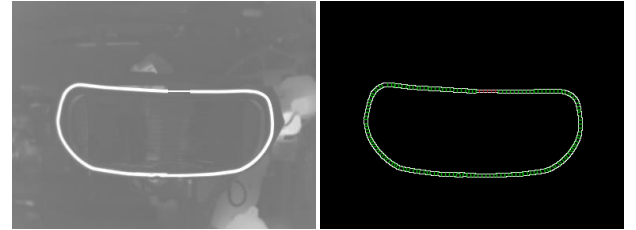
Ayrıca geliştirilen yöntemin farklı durumlarda vereceği cevabın tespit edilebilmesi amacıyla hatasız sürülmüş cam yapıştırıcı görüntülerinden 45 adet yapay test görüntüsü elde edilmiştir. Elde edilen yapay test görüntüleri kesiklik ve inceleme hatalarını kolay, orta ve zor gibi farklı zorluk seviyelerinde tespit edilebilecek durumlarda olacak şekilde üretilmiştir.

Şekil 4'te hatasız sürülmüş bir cam yapıştırıcısı görüntüsü ve onun önerilen yöntem neticesinde elde edilmiş sonuç görüntüsüne yer verilmiştir.



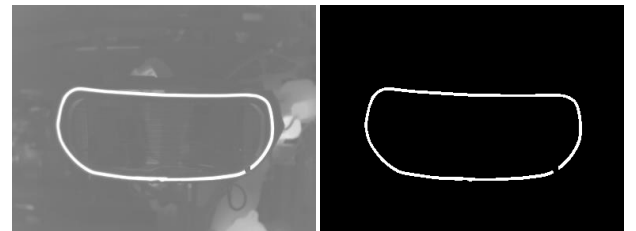
Şekil 4. Hatasız sürülmüş bir cam yapıştırıcısı ve önerilen yöntem sonucunda elde edilen çıktı

Şekil 5'te inceleme hatası bulunan yapıştırıcının hatalı sürüldüğü bir cam görüntüsüne ve bunun önerilen yöntem neticesinde elde edilmiş sonuç görüntüsüne yer verilmiştir.



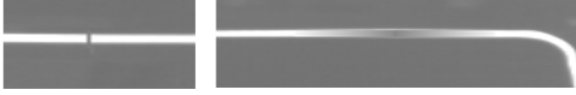
Şekil 5. İnce sürülmüş bir cam yapıştırıcısı görüntüsü ve önerilen yöntem sonucunda elde edilen çıktı

Şekil 6'da kesiklik hatası bulunan yapıştırıcının hatalı sürüldüğü bir cam görüntüsüne ve onun önerilen yöntem neticesinde elde edilmiş sonuç görüntüsüne yer verilmiştir.



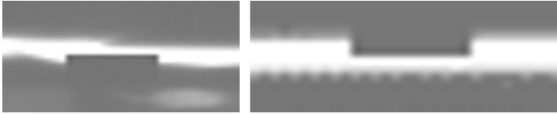
Şekil 6. Eksik sürülmüş bir cam yapıştırıcısı ve önerilen yöntem sonucunda elde edilen çıktı

Kesiklik hatasını tespit edebilmek amacıyla oluşturulan test görüntülerinde hem yumuşak geçişli hem de keskin geçişli kesiklikler oluşturulmuştur. Şekil 7'de oluşturulan kesiklik hatası için oluşturulan örnekler yer verilmiştir.



Şekil 7. Kesiklik durumlarını test edebilmek amacıyla oluşturulan örnek görüntülerden kesitler

İncelme hatasını test edebilmek oluşturulan örnekler Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 8. İncelme durumunu test edebilmek amacıyla oluşturulan örnek görüntülerden kesitler

Şekil 7'de verilen keskin geçişli kesiklik içeren görüntü önerilen yöntemle işlendiğinde kesiklik oluşturulan ilgili piksel doğrudan olarak tespit edilebilmektedir. Yumuşak geçişli kesiklik olan örnekte ise piksel değerlerinin düşmeye başladığı orta kısımda bir alan olarak kesiklik bulunmaktadır. Kesiklik testi için hem keskin hem yumuşak geçişli kesiklik içeren genişliği 1 pikselden 5 piksele kadar giden alanlar oluşturulmuştur. Yapılan testler tüm kesiklik koşullarında algoritmanın doğru sonuç ürettiğini göstermiştir.

Şekil 8'de verilen yapay olarak elde edilmiş incelme içeren örneklerde tıpkı Şekil 5'te olduğu gibi incelme olan tüm kısımlarda incelmeler bulunmakta ve hata kararı yapıştırıcı sürme uyarısı verilmektedir. Yapay test görüntüleri ile incelme testi için 1, 2 ve 3 piksellik incelemeye sahip alanlar oluşturulmuştur. İncelme için yapılan testlerde 2 ve 3 piksellik incelemeye sahip tüm görüntülerde incelme olduğu önerilen yöntem tarafından tespit edilmiştir. Bununla birlikte 1 piksellik incelme olan görüntülerde de incelme yapılan ilgili alan hata üretmek için kullanılan eşikten büyük olduğu durumda hata üretilmemekte, ilgili alan yapılan incelme ile eşik altına düşüyorsa hata üretilmektedir.

IV. SONUÇLAR

Bu çalışmada bir kızılötesi kamera kullanılarak sıcak cam yapıştırıcılarında üretim sürecinde oluşabilecek incelme ve kesiklik gibi kaliteyi etkileyen durumların tespit edilmesini sağlayan gerçek zamanlı bir sistem geliştirilmiştir. Geliştirilen sistemde 4 farklı cam tipi kullanılmaktadır. Tüm farklı cam tiplerinde yukarıda ayrıntıları verilen yöntem ile kontrol işlemi gerçekleştirilmektedir. Her bir cam tipi için incelme hatasını tespit edebilmek amacıyla farklı eşik değerleri bulunmaktadır. İlgili eşik değerleri uygulama alanında kontrolü gerçekleştiren

uzmanlarla beraber belirlenmiştir. Belirlenen eşik değerleri piksel cinsindendir. Kesiklik hatası her bir cam tipi için benzer özellikler gösterdiğinden dolayı tüm tipler için aynı yaklaşım kullanılmıştır.

Önerilen yöntemin başarımı uygulama alanından toplanan 175 görüntü ve önerilen yöntemi test edebilmek amacıyla oluşturulan 45 adet yapay test görüntüsü olmak üzere toplamda 220 adet görüntü ile test edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda önerilen yöntem tüm görüntülerde doğru sonuç vermekte ve sistem %100 doğruluk oranı ile çalışmaktadır. Sistemin bir görüntüyü işleme süresi 1.8GHz frekansında çalışan bir PC üzerinde 45ms civarındadır. Böylelikle düşük işlem yükü sayesinde kızılötesi kameradan alınan görüntüler gerçek zamanlı olarak işlenebilmektedir. Geliştirilen görüntü işleme algoritması kızılötesi kameradan alınan görüntülerde ilk olarak eşikleme ve alan tespiti ile kesiklik olup olmadığını tespit etmekte, ardından ise tespit edilen iç ve dış sınırlar arasındaki mesafeye bakılarak yapıştırıcıda herhangi bir incelme olup olmadığı algılanmaktadır. Bu çalışmada incelme ve kesiklik gibi oluşabilecek tüm olası koşullara dayanıklı sıcak cam yapıştırıcısı kalite kontrol uygulamalarında kullanılabilecek oldukça etkin bir sistem geliştirilmiştir. İleriki çalışmalarda farklı cam yapıştırma süreçleri ile alakalı saha verilerinin toplanması ve yöntemin toplanan bu verilere göre daha detaylı şekilde değerlendirilmesi hedeflenmektedir.

KAYNAKÇA

- [1] Okay, L., Eren Ö. and Poyraz M., "Robotlu Oto Cam Mastik Uygulaması", *Otomasyon Dergisi*, 79:136-139, 2009.
- [2] http://www.ogan.com.tr/data_sheet/sicak-mastik-hortumu.pdf, Erişim Tarihi : 28.07.2016.
- [3] Duvar, R., Gökayrak, A.B., Aytekin, H.S., Güllü, M.K., Urhan, O., and Ertürk S., "Lastik Profillerinin Bilgisayarda Görü Yaklaşımı ile Gerçek Zamanlı Kontrolü", *20. IEEE Sinyal İşleme ve İletişim Uygulamaları Kurultayı (SİU2012)*, Muğla, 2012.
- [4] Karras, A.D., "Improved defect detection using support vector machines and wavelet feature extraction based on vector quantization and SVD techniques", *Proceedings of International Joint Conference on Neural Networks*, Portland, 2003.
- [5] Mitsukura, Y., Fukai, H. and Fukumi, M., "Driver Dozing Detection System using Near-infrared Camera Images", *ICROS-SICE International Joint Conference*, Fukuoka, 2009.
- [6] Hyukmin, E., Jesiung L., Changyoon, Y. and Migmon P., "Human Action Recognition for Night Vision using Temporal Templates with Infrared thermal Camera", *10th International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAI)*, Seoul, 2013.
- [7] Walczyk, R., Armitage, A. and Binnie, T.D., "An Embedded Real-Time Pedestrian Detection System using an Infrared Camera", *IET Signals and Systems Conference (ISSC 2009)*, Dublin, 2009.
- [8] <http://www.eines.es/en/glazing.html>, Erişim Tarihi : 28.07.2016.
- [9] <http://www.isravision.com/en/products/quality-inspection/glue-application>, Erişim Tarihi : 28.07.2016.
- [10] Suzuki, S. and Abe, K., "Topological Structural Analysis of Digitized Binary Images by Border Following", *Computer Vision, Graphics, and ImageProcessing*, 30(1):32-46, 1985.

Kablosuz Manyetik Sensör Ağlarında Adaptif Eşik Değer Algoritmasıyla Araç Tespitinin Gerçekleştirilmesi

Sercan VANÇİN
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
Fırat Üniversitesi
Elazığ, Turkey
svancin@firat.edu.tr

Ebubekir ERDEM
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
Fırat Üniversitesi
Elazığ, Turkey
aberdem@firat.edu.tr

Özet— Kablosuz manyetik sensör ağları kullanarak herhangi bir yolda trafikteki araçlar hakkında bilgi edinmek için birçok araç tespit algoritmaları geliştirilmiştir. Bu makalede araç tespit sistemleri için amaca özgü tasarlanan ve manyetik sensörleri ihtiva eden sensör düğümleriyle önerilen yöntemle adaptif eşik değer tespit algoritması ve sabit eşik değer kullanılarak yol trafiğinde araç tespiti yapılmış ve bu iki farklı yöntemin sonuçları analiz edilmiştir. Bu çalışmada manyetik bileşke kuvvet olarak adaptif eşik değeri önerilen sabit eşik değere göre daha düşük olarak belirlenmiştir. Bu anlamda farklı manyetik alana sahip olan yerlerde çevresel ölçümler sonucunda elde edilecek adaptif eşik değerin araç tespit sistemlerinde daha doğru karar üreteceği açıktır. Kullanılan algoritmaların karmaşık matematiksel hesaplama yöntemlerinden uzak ve basit oluşu, tasarlanan ve kullanılan sensör düğümü ve devresi ile bileşenlerinin donanım maliyetinin az oluşu ve haberleşme sisteminin düşük güç tüketmesi ise tasarlanan bu sistemin diğer çalışmalara olan üstünlüğünü göstermektedir.

Anahtar Kelimeler— Kablosuz Sensör Ağları, Manyetik sensör, Adaptif eşik değeri tespiti, Araç tespiti.

Abstract— To obtain about vehicles information on a road traffic, lots of vehicle recognition algorithms have been developed using wireless magnetic sensor networks. This paper describes how, in order to perform vehicle detection in road traffic using proposed method together with the fixed threshold and adaptive threshold detection algorithm (ATDA) thanks to special-purpose designed sensor nodes including magnetic sensor. These two methods was compared and analyzed as graphically. In this study, the adaptive threshold level as magnetic resultant value, has been determined lower than the proposed fixed threshold level. In this sense, it is obvious that detected adptive threshold generates more accurate decision for the vehicle detection systems in different places where magnetic field is changeable in result of environmental measurement. The simplicity of the used algorithms, the absence of any complex mathematical calculations, the low cost of the sensor node and circuit, and the low power consumption of the communication system demonstrate the superiority of this system in comparison with the other studies.

Index Terms— Wireless sensor networks, Magnetic sensor, Adaptive threshold detection algorithm (ATDA), Vehicle detection.

I. GİRİŞ

Günümüzde ulaşım problemi ve trafik yoğunluğu gibi sıkıntılarla birçok insan yüz yüze gelmektedir. Bir yolun trafiğini izlemek, trafik durumu hakkında bilgiler edinmek veya bu bilgileri trafikteki sürücülere bildirmek adına akıllı ulaşım sistemleri (Intelligence Transportation Systems, ITS) tasarlanmaktadır [1]. Bu sistemler, bazen yoldaki araç sayısını saymakla, aracın hızını belirlemekle; bazen de video kameralarla aracın görüntüsünün elde edilmesiyle ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla yoldaki trafik analiz edilip veya önceden tahmin edilerek trafik sıkışıklığını azaltma yoluna başvurulabilir [2].

Yapılan bir çok çalışmada kablosuz sensör ağları ile araç tespit sistemleri geliştirilmiştir. Anisotropik manyetik dirençli sensör (Anisotropic magnetoresistive sensor, AMR) ve mikrofon sensörü kullanarak herhangi bir yolun trafik durumu incelenmiştir [3]. Bunlara ilaveten akustik sensör [4], ultrasonik sensör [5] ve video kamera analiz sistemleri veya ariel görüntüler [6] kullanarak kablosuz sensör a manyetometre sensör kullanılmış [7] belirli bir eşik değerin üzerinde algılanan manyetik alan sinyal şeklinde zaman ekseninde ölçülmüş ve bu sayede araç tespiti yapıp çeşitli uygulamalar geliştirilmiştir. İncelenen diğer bir çalışma da kablosuz sensör ağları kullanarak gerçek zamanlı trafik kontrol sistemi [8] tasarlanmıştır. Bir çalışmada ise trafik izleme sistemi, mobil veri görüntüleme ve yönetme ile bütünleşik bir sistem şeklinde önerilmiştir [9]. Kablosuz sensör ağları ile çoklu sensörler kullanarak araç tespiti yapılmış ve araçlar hafif, orta ve ağır araçlar olarak sınıflandırılmıştır [10]. Yoldaki araçları sınıflandırmak için optimum bölünmüş örnek tabanlı sınıflandırma ve regresyon ağacı algoritması (classification and regression tree, CART) önerilmiştir [11]. Hareket mod-tabanlı araç tanıma için yapay sinir ağları metodu [12]'de önerilmiştir. Bu çalışmada birçok amaca uyumlu bir şekilde çalışabilen sensör düğümleri tasarlanmış ve üzerine yerleştirilen manyetik sensörler (HMC5983L) kullanarak sensör devresi kurulmuştur. Bu sensör düğümleri, TelosB veya MicaZ gibi piyasadaki düğümlerden daha az maliyetli olarak tasarlanıp kullanılmıştır. Bu sensör devreleri yardımıyla yoldan geçen herhangi bir aracın varlığı ilk önce sabit eşik değeri daha sonra ise adaptif eşik değeri tespiti

algoritması ile tespit edilmiştir. Bu çalışmada ise tespit probleminde yeni bir çözüm sunmak adına manyetik imza uzunluğu (MIU) kavramı tanımlanmış ve önerilmiştir. Sistemin düşük maliyetli donanım cihazlarıyla gerçekleştirilebilir olması ise tasarlanan kablosuz sensör ağı yapısından ileri gelmektedir. Tasarlanan bu kablosuz sensör ağı yapısı, kullanılan manyetometre ve sensör düğümlerinin kolay programlanabilir olması ve star topolojisiyle kordinatör düğüme gerekli bilgileri iletilmesiyle üstünlüğünü gösterebilmektedir. Karmaşık hesaplamalardan kaçınmak, daha doğru bilgi edinebilmek için sensör düğümleri ve magnetometer seri iletişimle birbirine bağlanmıştır.

Makalenin geri kalan kısmı şu şekilde sıralanabilir. Bölüm 2'de kablosuz sensör ağları konusu özetlenmiştir. Bölüm 3'de, manyetik sensörler konusu ve düşünülen senaryo açıklanarak sistem gerçekleştirimi detaylı şekilde anlatılmaktadır. Adaptif eşik değer algoritması bölüm 4'de anlatılmıştır. Deneysel sonuçlar ve sistem analizi ise bölüm 5'de sunulmuştur. Son olarak bu çalışmanın sonuçları ve çalışma hakkındaki öneriler bölüm 6'da anlatılıp tartışılmıştır.

II. KABLOSUZ SENSÖR AĞLARI

Kablosuz sensör ağları çokça sensörün veya sensör düğümünün kablosuz şekilde birbiri ile iletişime geçtiği dağıtık ağ yapılarıdır. Kablosuz haberleşme, bir alıcıyla bir vericinin birbirleriyle herhangi bir kablo bağlantısı olmaksızın ışık veya elektromanyetik dalgalar aracılığıyla iletişim kurmasıdır. Küçük boyuttaki cihazlarla oluşturulan sensör ağları düşük maliyetli olup cihazların kendi kendine organize olmasıyla sensörlerin birbiriyle iletişime geçmesi kolaylaşmıştır [13,14]. Sensör, elektronik uygulamalarda algılama işlemi yapan elemanlara denilmekle birlikte algılayıcı ya da duyurga olarak da isimlendirilmektedir. Sensör düğümünün ana bileşenleri mikrodenetleyici, alıcı-verici, güç kaynağı, bellek ve bir veya daha fazla olabilen sensör bileşenidir. Kablosuz sensör ağları oluşturabilmek için piyasada kullanılan, TelosA, TelosB, mica2, micaZ, eMote, IMote2, Sensenode gibi birçok düğüm türü bulunmaktadır [15-17].

Kablosuz sensör ağları, fiziksel katman, veri bağı katmanı, ağ katmanı, taşıma katmanı ve uygulama katmanına sahip oluşuyla açık sistem ara bağlantıları (Open Systems Interconnection, OSI) yapısına benzer bir katman yapısı kullanır. Veri paketleri, bu katmanlardan geçerek farklı yönlendirme algoritmaları kullanılarak ağ katmanında iletimi gerçekleştirilir. Kablosuz sensör ağları genelde birçok topolojiyle tasarlanabilmesine rağmen Zigbee temelli sensör ağ topolojileri başlıca yıldız, ağaç ve örgü topolojileridir. Zigbee, küçük boyutta veri iletimi, düşük güç tüketimi gibi ölçütler bakımından wi-fi, bluetooth veya wimax gibi kablosuz haberleşme standartlarından ayrılır [18,19]. Tablo 1 bunu açıkça ifade etmektedir. Ayrıca Zigbee, esnek bant genişliği kullanımı, ölçeklenebilirlik, kendi kendine organize olabilmesiyle 6LoWPAN, ISA100.11a ve Wireless Hart gibi kablosuz sensör iletişim standartlarından daha avantajlıdır [15,20]. Sensörler uzunluk, miktar, alan, kütleli akış, ısı transferi, kuvvet, sıcaklık, voltaj, akım, direnç,

oksidasyon/redaksiyon, akı yoğunluğu, yoğunlaşma, içerik, manyetik moment, manyetik alan gibi birçok fiziksel büyüklükleri algılayabilme kabiliyetine sahiptir. Bu farklı sensörler amaçlarına göre birçok çalışma alanında kullanılabilir. Örneğin orman yangınlarını önlemek için ısı veya sıcaklık ölçümü yapılabilir veya hava tahminleri için birçok nem, sıcaklık ve basınç sensörleri kullanılmaktadır. Yerin manyetik alanı ölçmek veya herhangi bir cisim tanımak, nesnelerin metalik özelliğini saptayabilmek için ise AMR sensörler kullanılmaktadır [21]. Demir, nikel veya kobalt gibi metaller yerin manyetik dalgasını değiştirdiği için bu sensörler kullanılarak metal içeren birçok farklı nesne tespit edilebilir. Araçlar da birçok metal türevli bileşenlere sahip olduğu düşünülürse manyetik sensörler kullanılarak herhangi bir yolda araç tespiti yapıp o yoldaki trafik durumu hakkında bilgi edinilebilir [22,23].

TABLO 1. ZIGBEE VE BAZI KABLOSUZ TEKNOLOJİLERİN ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Özellik	GPRS/ GSM	Wi-Fi	Bluetooth	ZigBee
Odaklanma alanı	Geniş alan ses ve veri	Web, email, Video	Kablo yerine	İzleme ve Kontrol
Sistem Kaynağı	16 Mb+	1 Mb+	250Kb+	4-32 Kb
Pil Ömrü (gün)	1-7 Gün	0.5-5	1-7	100- 1000+
Ağ Boyutu	16 Mb+	32	7	~ Sınırsız (2 ⁴⁸)
Ağ veri genişliği (kb/sn)	64 - 128+	11000-54000	720	100- 1000+
Kapsama Alanı (metre)	1000+	1-100	1-10+	1 - 100+
Başarı alanları	Ulaşılabilirlik, kalite	Hız, esneklik	Maliyet, rahatlık	Dayanıklılık, maliyet, güç tüketimi

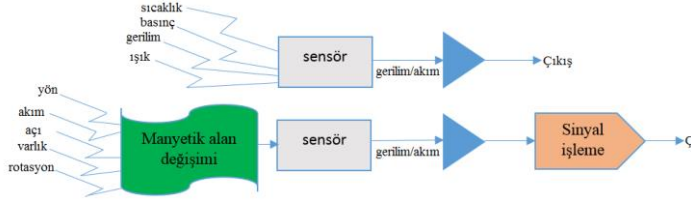
III. MANYETİK SENSÖRLER VE SİSTEM KURULUMU

Manyetik sensörler çok uzun süredir kullanılmaktadır. Önceki çalışmalar basit şekilde yön bulma ve navigasyon uygulamaları olmasına karşın günümüzde bu uygulamalar geliştirilmiştir. Daha hassas ve doğru ölçüm yapabilen manyetik sensörler tümleşik devrelerle uyumlu çalışabilecek düzeye gelmiştir. Hem boyut hem de donanım maliyeti açısından avantajlı hale getirilip yerin manyetik alanını optimik şekilde algılayan AMR sensörler geliştirilmiştir [7,24].

Manyetik sensörleri kullanmanın esas amacı sadece manyetik alanı ölçmek değildir. Araç tespiti yapmak, aracın tipini saptamak, aracın yönünü belirlemek, aracın hızını bulmak veya manyetik değişim varlığını tespit etmek gibi birçok amacı da bulunmaktadır. Bu amaçları gerçekleştirebilmek için doğrudan ölçüm yapılamaz veya belirli parametrelerle doğru sonuca erişilemez. Şekil 1'de de görüldüğü üzere sıcaklık, basınç, ışık ve gerilim gibi geleneksel sensörler istenilen parametreyi doğrudan orantılı gerilime veya akım çıkışına dönüştürebilir. Bununla birlikte, manyetik sensörler yön, açı veya elektriksel akımları doğrudan tespit edemezler. İlk öncelikle, uygulanan giriş ile oluşan veya değişen manyetik alan söz konusu olur. Bakır telin içerisindeki akım veya demir türevi nesne, yerin manyetik alanında değişim farkına sebep olur. Manyetik sensör manyetik alan değişimleri algıladığında

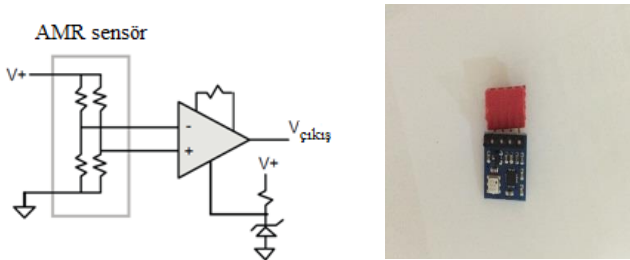
çıkış sinyalinin istenilen parametre değerine dönüşmesi için sinyal işleme sürecinden geçmesini gerektirir. Bu işlem manyetik sensörün birçok uygulamada kullanılmasını zorlaştıran aşamadır. Fakat bu değişim etkilerinin iyi anlaşılması, doğru ve güvenilir sonuçlar elde edilmesini kolaylaştırır [7, 25].

1856'da William Thompson ve Lord Kelvin [5] ferromanyetik metallerle magnetoresistive etkiyi ilk olarak gözlemledi. Bu keşif, ince film teknolojisinin pratik sensör teknolojisine dönüşmesi için uzun bir süre askıda kalmıştır. Manyetik dirençli (Magnetoresistive, MR) sensörlerin şekil ve boyutunda değişiklik meydana gelmiştir. Yeni pazardaki MR sensörler tape ve disk sürücülerini okuma anlamında yüksek hassasiyete sahiptir [7].



Şekil 1. Geleneksel sensör ve manyetik algılama

AMR sensörler magnetik alanın yönü ve şiddetinin yanı sıra statik alanları da algılayabilir. Bu sensörler dirençli şerit olarak modellenen silikon ince film olan nikel-demir (Permalloy) karışımından yapılmıştır. AMR sensörün ince film olma özelliği manyetik alanın varlığında %2-3'lük direnç değişimine sebep olur. Şekil 2.a'da da görüldüğü üzere 4 adet direnç buğday taşı(Wheatstone) köprüsüne bağlanmıştır. Bu sayede tek eksenlerdeki hem manyetik alanın yönü hem de şiddeti ölçülebilir. Ortak köprü direnci $1k\Omega$ 'dur. Tipik AMR sensörlerin bant genişliği 1-5 Mhz aralığındadır. AMR sensörlerin en büyük avantajı silikon devre levhalarında üretilir ve ticari olarak bütünleşik devre paketleri şeklinde monte edilir. Bu özellik, manyetik sensörlerin diğer devre ve sistem bileşenleriyle çalışabilmesine olanak sağlar [7].



Şekil 2. a) Manyetik sensör devresi b) HMC5983L Manyetik sensör entegresi

Permalloy film özelliği, uygulanan manyetik alanda değişikliğe maruz kaldığında direncini değiştirmesidir. Bu yüzden ismi magnetoresistive olarak anılmaktadır. Piyasada kullanılan Honeywell firmasının ürettiği birçok sensör çeşidi mevcuttur. HMC1001, 1002,2003,5983L bunlardan sadece birkaçıdır. Bunlar tek, çift veya üç eksenle ölçüm yapabilenler olarak birbirinden ayrılmaktadır.

Bu çalışmada bu sensörün kullanılmasının esas sebebi, pinler vasıtasıyla I^2C portuyla sensör düğümüne takılıp seri

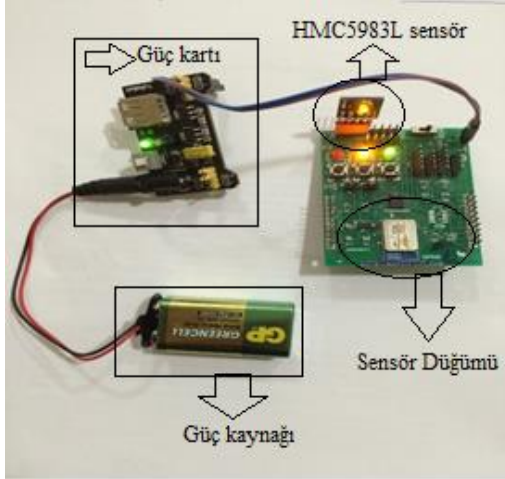
iletişim yapabilmesidir. Bu sayede sensör düğümünün işlemcisiyle SCL (Serial Clock) pini ile alınan her clock süre sonra veri kaydedicilerinde (X,Y ve Z) manyetik bilgi ikilik tabanda kaydedilir. Manyetik sensörünün konfigürasyonu A ve B kaydedicileri yoluyla ölçüm metodu normal ölçüm moduna göre ayarlanmıştır. Bunun anlamı her clock periyodunun yükselen kenarında ölçüm yapılır olması ve veri kaydedicilerindeki verilerin güncellenir olmasıdır. İstenildiğinde bu kaydedicilerdeki bilgiler kullanılabilir. Bu kaydedicilerde oluşan bilgi, SDA (Seri veri) pini aracılığıyla seri olarak belirlenen frekansta (128 Hz) sensör düğümüne iletilmektedir. Clock frekansı ise konfigürasyon A kaydedicisindeki CRA4, CRA3 ve CRA2 bitleri sırasıyla lojik olarak "1", "0" ve "0" yapıldı. Bu sayede hem daha hassas hem de daha doğru veri elde edildi. Her 3 eksen için manyetik kuvvet, her bir X, Y ve Z data registerlarındaki 2 byte'lık manyetik değer onluk tabandaki değere dönüştürülmesiyle oluşur. Sonuç olarak bileşke değer(C) ise denklem 1 yardımıyla hesaplanır.

$$C = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2} \quad (1)$$

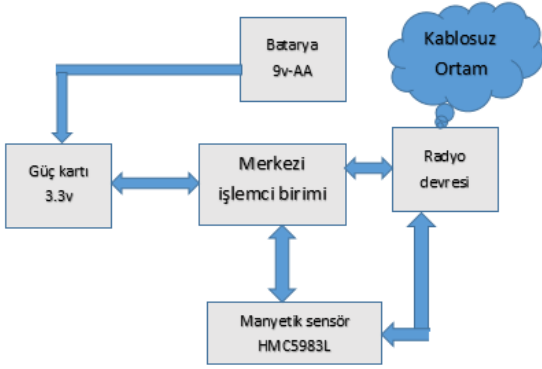
Bu C değeri adaptif eşik değeri tespiti yapılırken manyetik veri olan $a(t)$ 'ye karşılık gelmektedir. Düğümlere araç yaklaştığı anda C değeri yükselmektedir. Çünkü araçlar bolca demir, nikel veya kobalt gibi metal içermektedir (ferrous mass) ve yerin ferromanyetik dalgasını değiştirmektedir. Normalde yerin manyetik alanı yaklaşık 500 mGauss olup araç manyetik sensörün 0.5-1 metre yakınından geçtiği anda bu değer yükselmektedir. Bu C değeri 256 değerine bölünürse gauss cinsinden manyetik alan değeri hesaplanmış olur. Örneğin C değeri 280 ise o yerin manyetik alanı yaklaşık 1.09 gauss anlamına gelir. Her üç eksenlerdeki manyetik değişim C değerinin değişmesine sebep olur. HMC5983L manyetometre ile araç tespiti yapılırken söz konusu C değeri esas alınmıştır. Herhangi bir yolda araç yolun kenarına veya ortasına koyulan bu sensör devresinin yakınından geçerse, C değeri önceden belirlenen eşik değerin (C_{esik}) üzerinde ölçülür ve o anda yolda araç var anlamına gelir. Yani araç tespit edilmiş olur.

Bu çalışma süresince araç tespit sistemleri için kullanılmak üzere tasarlanan yeni bir sensör devresi, güç kartı ve batarya ile bağlantılı yapısıyla birlikte Şekil 4'de, devre blok şeması ise Şekil 5'de görülmektedir. Sensör düğümü, Zigbee IEEE 802.15.4 standardında, 2,4GHz ISM bandında çalışan, küçük boyutta veri alışverişi sağlayan, düşük maliyetli ve çok düşük güç tüketen kablosuz sensör düğümüdür. Tasarlanan bu kablosuz sensör düğümü, Texas Instrument tarafından üretilen Zigbee SoC (system-on-chip) entegresi CC2530 ve CC2591 tabanlıdır [15]. Ayrıca, Texas Instrument tarafından üretilen, ekstra düşük güçlü mikroişlemci birimi (Ultra Low Power mikro kontroler unit, MCU) ailesi MSP430 kullanılarak güçlendirilmiştir. Bu düğümün TelosB, micaZ gibi diğer sensör düğümlerinden farkı donanım bileşenlerinin isteğe bağlı oluşturulmasıdır. Bu sensör düğümü üzerinde SHT11 sıcaklık, nem sensörü, EEPROM ve çalışmalarda kolaylık sağlayacak birçok konnektör bulunmaktadır. Ayrıca sensörün elde ettiği verileri internet ortamına aktarabilmek için kullanılan Sim900

düğümünün bağlanabildiği UART1 ve seri port çıkışının izlenebildiği UART2 konektörü mevcuttur.



Şekil 4. Araç tespiti için tasarlanan sensör devresi



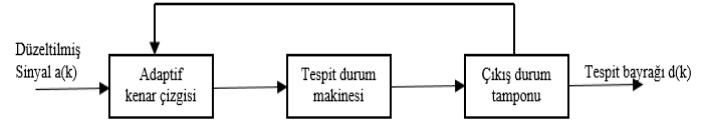
Şekil 5. Sensör devresinin blok şeması

Şekil 5’den de görüldüğü üzere sensör düğümünün I^2C portuna doğrudan takılan HMC5983L (manyetik sensör) sensörü 3 eksen pusula olarak kullanılabilir. Sensör devresi tasarımı yapılırken Şekil 5’deki gibi güç kartının 3.3 voltluk çıkışı sensör devresinin Vcc pinine kabloyla bağlanmıştır. 12-Bit ADC ile $1-2^\circ$ hassasiyet ile dünyanın manyetik kutuplarına göre olan açı bulunabilir. Ayrıca pusula sensörlerinin yakınına metal bir cisim yaklaştırıldığında eksenlerdeki sensör ile sensör düğümleri I^2C protokolü üzerinden haberleşmektedir. Sensörler programlanırken sensörün tüm eksenlerinin değerleri okunmakta, denklem 1’deki formül ile bileşke değer(C) hesaplanmaktadır. Eğer sensörü pusula olarak değil, sadece manyetometrenin diğer cisimlerden etkilenmesi özelliği kullanılacaksa bileşke değer yeterli olmaktadır. Burada bileşke değer, her ortamda farklı olmakla birlikte, metal bir cisim yaklaştırıldığında değeri değişmektedir. Bu şekilde sensörün etrafındaki metal cisimler anlaşılabilir.

IV. ADAPTİF EŞİK DEĞER TESPİT ALGORİTMASI

Trafik gözetim sistemlerinin geniş ölçekli kullanım alanına sahip oluşu araç tespit algoritmalarının güçlü ve doğru olarak tasarlanmasını gerektirmiştir. Bu doğrultuda manyetik sinyale dayalı, trafik içerisindeki araçları tespit edebilmek için adaptif

eşik değer tespit algoritması (Adaptive threshold detection algorithm, ATDA) Cheung ve Varaiya tarafından 2007 yılında önerilmiştir [26]. Bu algoritmayla sensör düğümlerinden alınan manyetik sinyal üzerinde eşik değer tespiti yapılarak araç tespiti kararına uygun sonuçları üretmek ve sensör düğümünün işlemcisinde az enerji tüketmek için tespit algoritmasının hesaplama gereksinimini azaltmak amacıyla diğer statik algoritmaların veya varsayımların yerine eşik değer tespit mantığı esas alınmıştır. Şekil 6 adaptif eşik değer tespit algoritmasının blok diyagramını göstermektedir [26].



Şekil 6. Adaptif eşik değer tespit algoritmasının blok diyagramı

Düğümünden alınan sinyal filtrelenerek düzeltilmiş sinyal şekline dönüştürülür. Söz konusu sinyal adaptif kenar çizgisi belirlenmesinde kullanılır. Kenar çizgisi belirlendikten sonra tespit durum makinesine manyetik sinyal gönderilir. Daha sonra da çıkış durum tamponu vasıtasıyla tespit bayrağı oluşturulur.

A. Adaptif Kenar Çizgisi

Manyetik sinyalde kontrol edilemeyen sapma olmasına rağmen sapma oranı, sık sık ölçüm alındığı için oldukça düşüktür. Bu, hareket eden aracın sinyali süreç boyunca 1 saniye olması, araç tespitindeki sinyal sapmasının önemsiz etkiye sahip olması anlamına gelir. Uzun süredeki sapmanın hesaplanabilmesi için bir adaptif kenar çizgisi manyetik okumada izlenip oluşturulmalıdır. Bu sayede tespit durum makinesi için bir adaptif eşik değer seviyesi belirlenebilir. Her üç manyetik eksen için adaptif kenar çizgisi denklem 2 yardımıyla bulunur [26].

$$B_i(k) = \begin{cases} B_i(k-1)x(1-\alpha_i) + a_i(k)x(\alpha_i) & \text{eğer } s(\tau) = 0 \forall \tau \in [(k-s_{buf}) \dots (k-1)] \\ B_i(k-1) & \text{diğer} \end{cases} \quad (2)$$

$$T(k) = \begin{cases} \begin{cases} \text{true} & \text{eğer } |a_z(k) - B_z(k)| > h_z(k) \\ \text{false} & \text{diğer} \end{cases} & \text{for } s(k-1) \neq \text{Olay_tespiti} \\ \begin{cases} \text{true} & \text{eğer } |a_x(k) - B_x(k)| > h_x(k) \text{ veya } |a_y(k) - B_y(k)| > h_y(k) \\ \text{false} & \text{diğer} \end{cases} & \text{for } s(k-1) = \text{Olay_tespiti} \end{cases} \quad (3)$$

B(k) adaptif kenar çizgisi, α unutma faktörü, $a(k)$ düzeltilmiş manyetik veri, $s(k)$ tespit durum makinesinin durumu, s_{buf} $s(k)$ ’nin tampon boyutu, $h(k)$ eşik değer seviyesi ve son olarak da i ise her üç eksen temsil eder. Bu denklemlerle, adaptif kenar çizgisi, sadece belirli periyot süresince araç tespiti yapılmadığında ve sinyal dalgalanmaları olmadığı zaman manyetik okuma ile güncellenir. Bu adaptif kenar çizgisi ile “Eşik değer_üzeri” bayrağı denklem 3’e göre oluşturulur.

Yapılan çalışmalarda görüldüğü üzere sensör düğümünün yakınlarında duran ve hareket eden iki farklı araç görüldüğünde

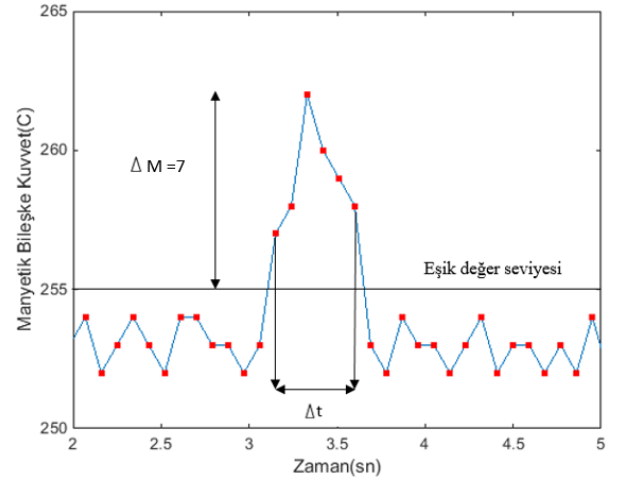
otomobil, minibüs, otobüs vs olarak tespit edilebilir. Ancak bu çalışmada sadece otomobil için deneyler gerçekleştirilmiştir. Örneğin yolda geçen bir araç için, MIU değeri belirli bir aralıktaysa bu araç otomobildir denilebilir. Aracın uzunluğuna ve bünyesinde barındırdığı metal kütlelerine göre değişmektedir. Bu değerlerin belirlenmesinde önemli parametreler, manyetik sensorün 0,5 ile 0,75m aralığındaki kapsama mesafesi, değişik tipteki araçların uzunluk farkı ve araçların bünyesinde bulundurduğu metal kütlesi olmaktadır.

Bu uygulamayı yapabilmek için ilk olarak yoldan 40km/s sabit hızla giden bir otomobil geçirilmiştir. Bilindiği üzere bir otomobilin uzunluğu 3,6-5,0 m arasında değişmektedir. Şekil 8, otomobilin yolun ortasındaki sensor devresinden geçerken ki durumunu göstermektedir.



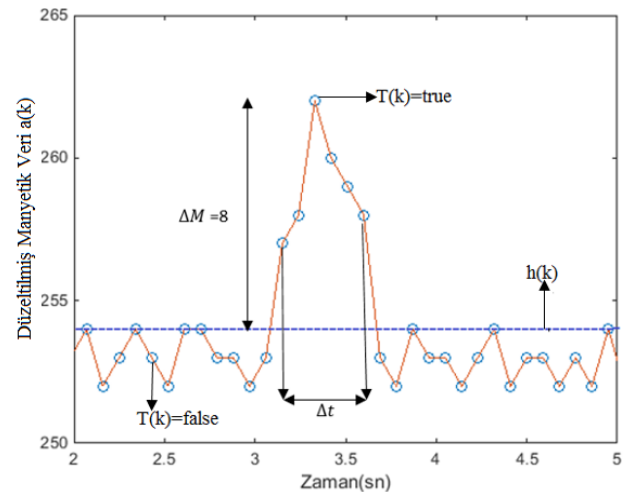
Şekil 8. Otomobilin sensör devresine yaklaşması

C değerleri Tera Term alt yapısında tutulduğu için bu veriler Matlab programında veri çıkarma metodu ile veriler içerisinde sadece C değerleri bulunmuştur. Bu değerler her 0,09sn için Tera Term program vasıtasıyla veriler 10sn süre periyodunda incelenmiş ve sensorlerin güç kartları kapatılarak ölçümler sonlandırılmıştır. Ayrıca bu değerler grafiksel olarak Şekil 9'daki gibi çizdirilmiştir. Ancak aracın tespit edildiği zaman dilimi ve C değerlerinin belirgin bir şekilde görülebilmesi açısından zaman ekseninde 2 ile 5. saniye arasındaki değerler çizdirilmiştir. Şekil 9'dan da açıkça görüldüğü üzere Δt süresi boyunca araç tespiti 6 adet örnekleme ile kaydedilmiştir. Yani zaman_sayıcı değişkeninin değeri 6 olmuştur. Her 90ms'de bir örnekleme alındığına göre buradan; $\Delta t = 0,09 \times 6 = 0,54$ sn olduğu bulunabilir. Ayrıca otomobil sensör düğümünün yakınından geçerken en yüksek C değeri 262 ve C_{esik} de 255 olduğu bilindiğine göre; $\Delta M = 262 - 255 = 7$ olarak bulunur. Bu bilgilere istinaden bu otomobil için hesaplanan manyetik imza uzunluğu (MIU); Denklem 4'e göre 3,78 olarak elde edilmiştir. Yaklaşık 3. ve 3.5. saniyeler arasında aracın var olduğu anlaşılır. Hesaplanan MIU değerinin birimi önemli olmamakla birlikte minibüs veya otobüs için bu değer yükselebilir.



Şekil 9. Manyetik bileşke kuvvet-zaman grafiği (sabit eşik değeri varsayımı)

İkinci uygulama olarak Tera Term programında alınan C değerleri manyetik veri olan $a(t)$ girişi şeklinde matlab programına seri iletişimle aktarılmıştır. Her üç eksen için adaptif kenar çizgileri ($B(k)$) denklem 2'ye göre ve bu çizgi değerleri denklem 3'deki formüle göre kıyaslanıp $T(k)$ mantıksal değerleri ölçüm periyodunca bulunmuştur. Bu mantıksal ifadeler yardımıyla adaptif eşik değeri seviyesi ($h(k)$) belirlenmiştir. Söz konusu adaptif eşik değeri esas alınarak araç tespiti yapılmış ve Şekil 10'daki gibi sonuç elde edilmiştir. $T(k)$ 'nin true olduğu noktalar tespit edilmiş ve $h(k)$ eşik değeri seviyesi bir önceki uygulamaya nazaran daha net olarak belirlenmiştir. Şekil 10'dan da görüldüğü üzere adaptif eşik değeri tespiti algoritması daha hassas sonuçlar üretmiştir. Şekil 10'dan da açıkça görüldüğü üzere Δt süresi boyunca araç tespiti 6 adet örnekleme ile kaydedilmiştir. Yani "Eşik değeri_uzeri_sayıcı" durum değişkeninin değeri 6 olmuştur. Ancak ΔM değeri 8 çıkmıştır. Bunun nedeni adaptif eşik değeri seviyesi olan $h(k)$ 'nin önceki uygulamadan farklı çıktığıdır. Ayrıca sabit eşik değeri daha düşük bulunmuştur. Denklem 3'e göre $T(k)$ 'nin true olduğu zamanlar $d(k)$ 'nin de tespit çıkışı bayrağı olarak sonuç alındığı gözlemlenmiştir.



Şekil 10. Manyetik bileşke kuvvet-zaman grafiği (adaptif eşik değeri tespiti)

VI. SONUÇLAR

Bu çalışmada tasarlanan amaca özgü kablosuz manyetik sensörler kullanılarak sabit eşik değeri tespiti ve adaptif eşik değeri tespit algoritması kıyaslanmıştır. Bu sayede iki yöntemdeki sonuçlar analiz edilmiş ve araç tespit sistemlerinde kullanılması daha uygun olabilecek adaptif yöntemin önemi vurgulanmıştır. Bu yöntemde gerekli parametreler girdi olarak verilip çıkış tamponunda bayrak esas alınarak araç tanıma sistemine kolaylık sunulmuştur. Adaptif eşik değeri seviyesi dinamik olarak tespit edilmiş ve varsayılan sabit eşik değeri altında bir seviye elde edilmiştir. Ayrıca bu yöntem, dünyanın farklı yerleri farklı büyüklükte manyetik alana sahip olduğundan ötürü adaptif olarak farklı ortamlarda da doğru sonuçlar alınmasına olanak sağlamaktadır.

Yolda çalışma yapılırken birçok araç üzerinde denemeler yapıp Tera Term yazılımında örneklemeler alınmış ve önerilen algoritmanın diğer çalışmalara nispeten daha doğru sonuçlar verdiği görülmüştür.

Bu gerçek zamanlı sonuçlar, trafikteki sürücülere internet ortamında anlık olarak verilebilir. Bu sayede sürücüler söz konusu yolun trafik durumu hakkında (araç sayısı, tipi veya yönü) bilgi edinebilir.

Yapılan bu çalışmanın en önemli özellikleri, araç tespit sisteminin basit, diğer çalışmalara nispeten daha dinamik olması, ve önerilen yöntemin ve algoritmaların uygun sonuçlar doğurmasıdır. Ayrıca kullanılan malzemelerin donanım miktarının ve maliyetinin az olması, sensör düğümlerinin birbiriyle düşük güç tüketen Zigbee haberleşme standardına göre iletişim kurması da çalışmanın diğer özelliğini yansıtmaktadır.

REFERANSLAR

- [1] A. Haoui, R. Kavalier, and P. Varaiya. "Wireless magnetic sensors for traffic surveillance," *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol.16(3), pp. 294-306, 2008.
- [2] Z. lei, R. Wang, and L. Cui. "Real-time Traffic Monitoring with Magnetic Sensor Networks," *Journal of information science and engineering*, vol. 27(4), pp. 1473-1486, 2011.
- [3] V.P. Gil Jimenez and M. Julia Fernandez, "Simple Design of Wireless Sensor Networks for Traffic Jams Avoidance", *Journal of Sensors*, vol. 2015 pp. 1-7, March 2015.
- [4] A. Y. Nooralahiyani, H. R. Kirby, and D. McKeown, "Vehicle classification by acoustic signature," *Mathematical and Computer Modelling*, vol. 27, no. 9-11, pp. 205-214, 1998.
- [5] Y. Jo and I. Jung, "Analysis of vehicle detection with wsn-based ultrasonic sensors," *Sensors*, vol. 14, no. 8, pp. 14050-14069, 2014.
- [6] J. Leitloff, D. Rosenbaum, F. Kurz, O. Meynberg, and P. Reinartz, "An operational system for estimating road traffic information from aerial images," *Remote Sensing*, vol. 6, no. 11, pp. 11315- 11341, 2014.
- [7] Michael J. Caruso, Lucky S. Withanawasam, "Vehicle detection and compass applications using AMR magnetic sensors", Honeywell, SSEC, 12001 State Highway 55, Plymouth, MN USA 55441, 1999.
- [8] Chen, W., Chen, L., et al. "A Realtime Dynamic Traffic Control System Based on Wireless Sensor Network". In *Proceedings of the 2005 International Conference on Parallel Processing Workshops (ICPPW'05)*, pp 258-264, 2005.
- [9] Nadeem, T., Dashtinezhad, S., Liao, C. and Iftode, L., *TrafficView: "A Scalable Traffic Monitoring System"*, IEEE International Conference on Mobile Data Management (MDM'04), pp 1-14, 2004.
- [10] Ng, E. H., Tan, S. L. and Guzman, J. G., "Road traffic monitoring using a wireless vehicle sensor network", *International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication System*. Bangkok, Thailand, 2008.
- [11] Haijian, L., Honghui, D., Limin J. and Moyu, R., "Vehicle classification with single multi-functional magnetic sensor and optimal MNS-based CART", *Measurement*, vol. 55, pp. 142-152, 2014.
- [12] Lifu, W., Nong, Z. and Haiping, D., "Real-time identification of vehicle motion-modes using neural networks", *Mechanical Systems and Signal Processing*, vol.51, pp. 632-645, 2015.
- [13] R., Dogan and E., Erdem, "Temperature and humidity control of the tunnels in the dam using wireless sensor networks ", *Intelligent Engineering Systems (INES)*, 2015 IEEE 19th International Conference on, Bratislava, Slovakia, September, 2015.
- [14] Cheung, S. Y., Coleri, S., Dundar, B., Ganesh, S., Tan, C.W. and Varaiya, P., "Traffic Measurement and Vehicle Classification with a Single Magnetic Sensor", *California PATH Research Report UCB-ITS-PWP-2004-7*, 2004.
- [15] S. Vancin and E. Erdem, "Design and Simulation of Wireless Sensor Network Topologies Using ZigBee Standard", *International Computer Networks and Applications*, vol. 2, is.3, May, 2015.
- [16] B. Mihajlov and M. Bogdanoski, "Overview and analysis of the performances of Zigbee based wireless sensor networks", *International Journal of Computer Applications*, vol. 29, no.12, 2011.
- [17] X. Wang and S. Zhang, "Comparison of Several Sensor Deployments in Wireless Sensor Networks", *International Conference on E-Health Networking, Digital Ecosystems and Technologies*, vol. 1, pp 236 - 239, 2010.
- [18] J. S. Gans, S. P. King, and J. Wright, "Wireless communications", ISBN:0444514236, *Handbook of Telecommunications Economics*, vol. 2, 2005.
- [19] K. Chang, "RF and microwave wireless systems", ISBNs: 0-471-35199-7, John Wiley & Sons, Ltd, 2000.
- [20] B. Karasulu, L. Toker and S. Korukoğlu, "ZigBee - IEEE 802.15.4 Standard based wireless sensor networks", *Int. Conf., Information Univ., İstanbul, Turkey*, 2009.
- [21] V. Markevicius, D. Navikas, A. Daubaras, M. Cepenas, M. Zilys and D. Andriukaitis "Vehicle Influence on the Earth's Magnetic Field Changes", *Research Journal, Elektronika IR, Elektrotechnika*, vol. 20, no. 4, 2014.
- [22] Ciureanu, P. and Middelhoek, S., 1992. *Thin Film Resistive Sensors*. Institute of Physics Publishing, New York.
- [23] C. Jonasson, M. Erlandsson and C. Johansson, "Magnetic sensors for traffic detection," *IMEGO, Technical Report*, Sweden, 2006.
- [24] Piecha, J., "Digital Camera as a Data Source of its Solution in Traffic Control and Management", *Transport Problems*, vol. 7, no. 4, pp 57-70, 2012.
- [25] E. Sifuentes, O. Casas, and R. Pallas-Areny, "Wireless magnetic sensor node for vehicle detection with optical wake-up," *IEEE Sensors Journal*, vol. 11, no. 8, pp. 1669-1676, 2011.
- [26] S. Y., Cheung and P., Varaiya, "Traffic Surveillance by Wireless Sensor Networks: Final Report", *California PATH Research Report UCB-ITS-PWP-2004-7*, 2004.

DNA Sequence Analysis of CCHF with R

Gıyasettin ÖZCAN

Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

Uludağ Üniversitesi

Bursa, Türkiye

gozcan@uludag.edu.tr

Abstract—In this study, we analyze DNA sequences of Crimean-Congo haemorrhagic fever, CCHF, with R programming language packages. In particular, we exploit Biostring package of R, which is an open source package that computes the DNA frequencies, alignments, and motif similarity among sequences. In this respect we can find common properties of CCHF that cause fever. During the study we have exploited a DNA sequences dataset that has been acquired from Pubmed. The dataset is composed of CCHF DNA sequence patterns which have been collected different regions that exposed to mutations. During experimentation, we have founded meaningful common properties of DNA sequences among datasets and explained in detail. Results denote that R software and corresponding Biostring package presents an meaningful contribution. Furthermore, it can be used to analyze other DNA sequence datasets in an efficient form.

Index Terms—CCHF, R software environment, Biostring package, alignment, motif search.

I. INTRODUCTION

Recent technological blast in DNA technologies have generated large amount of datasets. Most of these datasets are either in DNA, amino acid or affymetrix form. Even further, most of the datasets are very large, where computational analysis of these datasets very expensive.

While computationally expensive, analysis of large biological datasets is critically important, since results may yield cures to medical illnesses. For instance, new medicines can be introduced by understanding DNA patterns.

Since exploration of DNA in 1953, literature denoted various computational methods that do data processing on biological datasets[1][2]. As a consequence, new interdisciplinary research fields, Bioinformatics and Computational Biology, have been emerged.

Computational Biology field focused on various subdisciplines. Some of the most common ones are: Sequence analysis, structural bioinformatics, gene and protein expression, networks and systems biology[2].

One sub field of the bioinformatics is Sequence Analysis. Since 1977, DNA's of various organisms have been extracted and stored inside databases[3]. In order to determine the genes and their contribution to protein coding, the field introduces

new DNA sequence analysis and alignment procedures that execute efficiently in large DNA or amino acid sequences.

One of the most prominent biological sequence analysis implementation is BLAST[4]. BLAST is the abbreviation of Basic Local Alignment Search Tool. It resembles a search engine for biological sequences, where a user prompts a query sequence to be searched on large database. Since biological similarity rules have distinctive features, the BLAST aims to scan large database in a fast form. For this goal it presents non deterministic solutions.

There are various aspects of the alignment strategies. One of the two prominent aspects are global alignment and local alignment among two sequences [5][6]. The aspects consider approximate string matching between two sequences and implement dynamic programming. These two algorithms find genes that have common ancestry. Therefore, helps us to understand gene functions. Here biologists have to introduce genuine strategies to define similarity and dissimilarity parameters.

Dynamic programming approaches are not productive when sequences are very large. In order to remedy this, another form of sequence analysis technique is introduced and defined as k-tuple. Here all n-grams of two word sequences are extracted and similarity between two-word sequence is compared by extracted n-grams. Such technique is used inside BLAST[4].

BLAST and similar algorithms do exact string search among n-grams. Due to k-tuple approach, a sequence has so many n-grams to be searched. Henceforth, fast exact string search algorithms are also needed. In order to solve the problem various algorithms have been presented [7][8].

Finally, Sequence Analysis studies need to present fast computational methods to determine motifs among multiple sequences. As a consequence, common properties of diseases can be established. Here multiple string matching algorithms such as CLUSTALW[9] and T-Coffee[10] have been introduced.

There exist various software tools that enable programming. C++, Java, Python, R,...etc. In this study, we exploit R programming. We preferred R because of it is free and open source. Also R introduces bioinformatics packages that eases computation procedures. Especially, it enables a

special repository for biological computing, which named as Bioconductor.

The Bioconductor packages of R enables as to process DNA dataset such as Crimean–Congo hemorrhagic fever, CCHF. The DNA structure of the virus show differences around the locations. The structure of the DNA can be observed from Pubmed database[11].

In order to extract valuable information from CCHF DNA sequences, R and corresponding Bioconductor packages can make decent contribution to the literature.

II. R APPLICATIONS THAT HELPS TO EXTRACT DNA FEATURES

During this study we have analyzed various aspects of DNA sequences and their features that take space in CCHF dataset. We have exploited Biostring package from Bioconductor. This package introduces us various string processing options on DNA sequences. Therefore, we can analyze CCHF sequences and extract common features and motifs among them.

We have also consider the DNA of Hyalomma tick which transport CCHF virus to human. In this respect we try to extract common features of the tick and CCHF.

Our analysis perspective is based on alphabet frequencies, searching palindromes, dinucleotide frequency analysis, sequence alignment multiple alignment, and consensus matrix. We also consider computational time analysis of the mentioned techniques. Here aim to find and introduce some features that causes the disease and henceforth contribute on the disease precautions.

We consider palindromic sequences since they play important role in molecular biology and restriction enzymes[12]. Furthermore palindromic sequences are important for methylation sites. As a results of these facts, we write R functions that finds palindromic sequences inside DNA sequences.

Another feature of DNA is the frequency analysis of a DNA sequence. In general, frequency analysis of a sequence yields a new future. While a DNA sequence is very large and comparison of the strings are difficult, frequency analysis of the sequences has four dimension. Therefore, it is a simple dimensionality reduction method. In some cases such low dimensional case hint common features among sequences.

We also consider Dinucleotide technique, which is an extension of DNA frequency analysis. While simple frequency analysis presents four histogram elements, dinucleotide technique enables 16 elements. As a consequence, we can remedy shortsighted aspects of frequency analysis.

Certainly we can extend Dinucleotide approach with trigram, etc. Certainly such remedies also cause computational complexities.

In terms of complexity and accuracy, one preferred approach should be sequence alignment. In general two common approaches are common during sequence alignment. These are Smith-Waterman[6] and Needleman-Wunsch[5]. Both algorithms are based on Dynamic Programming and their solution style is a Greedy Approach.

In some cases, we need to align at least three sequences at the same time. However, classic sequence alignments are not feasible to compute multiple sequences at the same time. In fact dynamic programming with two dimensions require 4 general computation. On the other hand, three dimensional sequences require 8 general computations. If we need to generalize if there exists v sequences, then we need to compute

$$T(v) = 2^v \quad (1)$$

As a result of this fact, Multiple Sequence Alignment, MSA, methodologies need to reduce computational time with heuristics. There exists various MSA strategies and various heuristic methods in literature.

During this study we execute various biological string search functions which are presented by Biostrings package of R. Consequently, we try to extract features about DNA sequences.

III. DATASET AND IMPLEMENTATIONS

During this study, we have collected 52 DNA sequences that are sampled CCHF from various fields of Turkey. We also collected 2 DNA sequences, which are sampled from Sudan. We also fetched two tick DNA sequences, which are extracted from Hyalomma.

Length of DNA sequences varies. However, sequences, which are extracted from Turkey have generally same length. In other words, it's common length is 522. Due to simple mutations, sequence size may vary.

On the other hand, Sudanese originated sequences have larger size. In fact Sudanese originated sequences are complete, whereas Turkish originated sequences are partial.

All DNA sequences are collected from Pubmed database. Pubmed is an open access platform that present database and computational tools for free. It is a common platform for medical researchers.

IV. EXPERIMENTATION

We start our test with palindromic analysis. Here we compare largest palindromes of two CCHF and tick:

A. Palindromic Sequence Determination

We assume minimum arm length as 5 and maximum loop length as 10.

A DNA sequence, which is collected from Turkey is shown in Table 1:

TABLE I. LARGEST PALINDROMIC SEQUENCES OF CCHF IN TURKEY

start	end	width	Palindromic sequence
261	278	18	TGTTCCCAAAATAGAACA
330	349	20	CCGTGTCAATGCAAACACGG
433	452	20	ATTAGAAGGATGAATCTAAT

In terms Sudanese sample longest palindromic sequences, our program outputs are as follows:

TABLE II. LARGEST PALINDROMIC SEQUENCES OF CCHF IN SUDAN

start	end	width	Palindromic sequence
94	116	23	TGCATATATCATTAAATATATGCA
1004	1017	14	TGAAGAATTCTTCA
1233	1249	17	TCAACTAGAATAGTTGA

Finally, we compute the palindromic sequences of Hyalloma tick, which transports the virus:

TABLE III. LARGEST PALINDROMIC SEQUENCES OF HYALLOMA

start	end	width	Palindromic sequence
1501	1519	19	CAGTGTCCGCCAGACACTG
1692	1714	23	CATTGCTGCATGTCTGAAGCAATG

Results denote that there exist a partial sequence correlation among the tick and CCHF virus

B. Alphabet Frequency Comparison

In the second step we compare alphabet frequencies of sequences. Here we compare the three sequences. Figure 1 denotes that nucleotide frequencies of Hyalloma and CCHF has some common features.

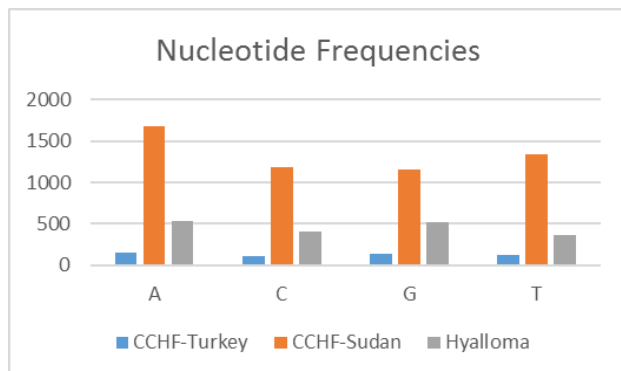


Fig. 1. Nucleotide Frequencies of

C. Independence Test

We also did Pearson's Chi-squared test of independence for CCHF sequences. Results denote that

$$X\text{-squared} = 602.82, df = 9, p\text{-value} < 2.2e-16$$

The p-value result of Chi squared test is very small. However, such number is assumed as 0, which means overfitting.

D. Consensus String and Matrix Computation

We also computed the consensus string of all sequences. While the result table is very long to present in this paper, we observed that approximately 25 of the sequence slots are aligned inside the text.

Results denote that all 52 sequences can be represented by a consensus matrix. Here we see that first 14 letters of the consensus string should be as :

TTCACAAACTCCGA

E. Alignment Strategies

We observed that DNA sequences of different locations of Turkey are very similar. As a consequence consensus matrix is generally deterministic.

In terms sequence alignment between two sequences, we observed high similarity.

In terms of the DNA sequence, which is collected from Sudan had shown dissimilar location. Since the location of Sudan is far from Turkey, DNA sequence of Sudanese may yields more difference. Furthermore, extracted Sudanese sequence was complete. Hence dissimilarity is more affiliated to location difference and different extraction methodology.

V. CONCLUSION

In this study, we have analyzed DNA sequences of CCHF virus, which can cause mortality in Turkey. In order to do this research we have collected 52 CCHF sequences from Turkey. We have also collected CCHF sequences that encountered in Sudan. Dataset is collected from Pubmed.

We have exploited R programming language to find beneficial features from the dataset. We also preferred R, since it enables Bioconductor platform, which introduces so many Biological data processing tools. In this study we have exploited Biostring package of Bioconductor to analyze Biological strings.

We have exploited various programming tools of Bioconductor such as Palindromic sequence analysis, DNA alphabet frequency comparison, Independence test, consensus string match, and alignment strategies. All experimentation process implies that Bioconductor package can introduce efficient features when needed.

REFERENCES

- [1] R. M. Durbin, S.R.Eddy, A. Krogh, and G. Mitchison, Biological Sequence Analysis: Probabilistic Models of Proteins and Nucleic Acids (1st ed.), Cambridge: Cambridge University 1998

- [2] D. Mount, *Bioinformatics: Sequence and Genome Analysis*, Cold Spring Harbor New York, 2013
- [3] F. Sanger, G.M. Air, B. Barrell, et al. "Nucleotide sequence of bacteriophage phi X174 DNA", 1997
- [4] S. Altschul, et. Al, "Basic local alignment search tool". *Journal of Molecular Biology*. 215 (3), 1990, pp. 403–410.
- [5] S.B. Needleman, and C.D. Wunsch, "A general method applicable to the search for similarities in the amino acid sequence of two proteins". *Journal of Molecular Biology* 48 (3) 1970, pp. 443–53
- [6] T.F. Smith, and M.S. Waterman, Michael S. (1981). "Identification of Common Molecular Subsequences" (PDF). *Journal of Molecular Biology* 147: 195–197
- [7] H. Li,H. and R. Durbin, Fast and accurate short read alignment with Burrows Wheeler Transform. *Bioinformatics*, 25, 2009, pp. 1754–1760.
- [8] G. Ozcan, and O.S. Unsal,. Fast bitwise pattern matching algorithm for DNA sequences on modern hardware, *Turk. J. Elec. Eng. & Comp. Science*, 2015, pp 1405 – 1417
- [9] R. Chenna, H. Sugawara, T. Koike, R Lopez, T. Gibson, D.G. Higgins, J.D. Thompson, Multiple sequence alignment with the Clustal series of programs. *Nucleic Acids Res.*, 31, 2003, pp. 3497-3500.
- [10] Notredame, D.G. Higgins, and J. Heringa, T-Coffee: A novel method for multiple sequence alignments C., *JMB*, 302, 2000, pp. 205-217
- [11] A.A. Chang, K.M. Heskett, and T.M. Davidson, "Searching the literature using medical subject headings versus text word with PubMed". *Laryngoscope*. 2003, 116 (2): 366–340. doi:10.1097/01.mlg.0000195371.72887.a2. PMID 16467730.
- [12] M. Giel-Pietraszuk, M. Hoffmann, S. Dolecka, J. Rychlewski, and J. Barciszewski, "Palindromes in proteins" (PDF). *J. Protein Chem.* 22 (2), 2003, pp. 109–13. doi:10.1023/A:1023454111924. PMID 12760415

BAGR: Bat Algorithm with Golden Ratio - The Effects of Golden Ratio on Bat Algorithms and Their Clustering Applications

DEMİR Murat

Muş Alparslan University, Faculty of Engineering-Architecture, Department of Computer Engineering, Muş / Turkey, m.demir@alparslan.edu.tr

KARCI Ali, İnönü University, Faculty of Engineering,

Department of Computer Engineering, Malatya / Turkey, ali.karci@inonu.edu.tr

Abstract— Heuristic methods are ones of the problems solving ways, and in general, they obtain near-optimal solutions. Heuristics methods do not guarantee to obtain optimal solutions, but they guarantee to obtain acceptable solutions (near-optimal solutions). They generally obtain near-optimal solutions easily and effective way without more complicated mathematics.

In this paper, Bat algorithm which is the one of the heuristic methods was applied to clustering problem with/without golden ratio in collaboration of uniform population. The Bat algorithm was combined with golden ratio by applying golden ratio to different steps of Bat algorithm and to parameters of Bat algorithm. The obtained algorithm was called as Bat Algorithm with Golden Ratio (BAGR), and the application of BAGR illustrated that Golden Ratio made Bat Algorithm better than old version of itself.

The effectiveness of BAGR was demonstrated on computational applications such as clustering plants, and data of a plant were used in the applications of BAGR. The success rate for BARG was obtained as 95% in 22 experimental results and the best average success rate was obtained as 91%.

Index Terms—Meta-Heuristic Methods, Bat Algorithm, Golden Ratio.

I. INTRODUCTION

The meaning of optimization is the act of obtaining the best result under given circumstances. The optimization takes place in design, construction, and maintenance of any

engineering system by taking some decisions at several stages of problem, etc. In other words, optimization is to select a near-optimal or optimal solution in the alternative solutions, and it is the process of determining the conditions to obtain maximum or minimum values. The optimization can be defined as the process of finding the conditions that give the maximum or minimum value of a function [1, 2]. Any problem containing unknown parameter values under some constraints can be defined as an optimization problem, and in order to solve such problems, there are many methods used for solving optimization problems such as numerical optimization methods, analytical methods, meta-heuristic methods, etc. The meta-heuristic methods obtain solutions for huge size problems in an acceptable time for optimization, and they are categorized in six ways: Biological based, Physical based, Social based, Musical based, Chemical based and Swarm based [3].

The heuristic methods are required in many problem solutions due to their understandability, easy applicability, sometimes a long process for complex problems, and their capability of learning [4]. Bat algorithm is one of the meta-heuristic methods, which was inspired from the hunting principles of bat. In this study, bat algorithm was applied to clustering problem in conjunction of golden ratio and uniform population.

Golden ratio is a popular ratio that can be found in many places in nature such as human face, sunflowers, straight line, geometrical shapes, etc. The detailed information about golden ratio will be given in subsequent section and it can be used in collaboration with the meta-heuristic methods since there has not been any study in the literature yet. The proposed algorithm was applied to clustering problem and the results of applications illustrated that bat algorithm with golden ratio is superior to traditional bat algorithm, and experimental results were presented in this paper (clustering database).

There are some studies on database (clustering database, <http://archive.ics.uci.edu/ml/machine-learning-databases/iris/>) in which Kolhe and Zinjore [10] obtained the highest accuracy rate as 97,77% by using only two attributes of this database, Kiang [11] obtained the highest accuracy rate as 90,34%, Yu et al [12] obtained the highest accuracy rate as 98%, Hulle [13] obtained the highest accuracy rate as 90,67%, Hulle [14] obtained the highest accuracy rate as 92% and Abudalfa and Mikki [15] obtained the highest accuracy rate as 66,67% for the same database. The experimental results for the same database were obtained by using the proposed algorithm in this study. After application of the proposed algorithm to this database, the average success rate was obtained as 91%; the maximum success rate was obtained as 95% for different steps at different time. This case illustrated that bat algorithm can be applied to discrete problems easily. This paper is organized as follow: Section 2 includes some brief information about bat algorithm and Section 3 includes some information about golden ratio. Section 4 includes the proposed method, and Section 5 illustrates the experimental results. Finally, Section 6 concludes this paper.

II. BAT ALGORITHM

There are about 4500 species of mammals living on the earth, and about 1000 of them are bats. They have capability to produce very high frequency sound waves and they can find their way, avoid obstacles, hunt and act by using these sound waves without hitting to any object even in dark. This is similar to the properties of the sonar system, called as Echolocation [5, 7].

These sounds are not often heard by people. Although the bats can see, they use this radar system to find their way, hunt down prey, act and even the bats are blind, the experimental results illustrated that they do not hit to any obstacles and they can hunt. Bats bring out sound with their noses and mouths and they emit about 200 screams in a second during the flight for hunting [6]. They use the relationships between wavelength and velocity of reverberated sound which hits to object and returns back [5, 7]. This relationship can be phrased as an equation such as Eq. 1.

$$\lambda = \frac{v}{f} \quad (1)$$

Steps of Bat Algorithm

Bat algorithm has got three important steps [5, 7].

- 1- All bats use Echolocation and whereby it, they sense the range between them and prey or foods.
- 2- Each bat has got a velocity (v_i), a position (x_i), a frequency value (f_i), a wavelength (λ), noise value (A_0) and a signal emission rate (r).
- 3- The noise value varies from initial value A_0 to minimum value $A_{\min}$ until a prey is caught or a food is found.

Artificial Bats Acts

Each virtual bat flies randomly with a velocity v_i at position x_i with a varying frequency or wavelength and loudness A_i . As it searches and finds its prey, frequency, loudness and pulse emission rate r changes. There are three equations Eq.2, Eq.3 and Eq.4 for defining acts of artificial bats [5, 7].

$$f_i = f_{\min} + (f_{\max} - f_{\min})\beta \quad (2)$$

$$v_i^{t+1} = v_i^t + (x_i^t - x_*)f_i \quad (3)$$

$$x_i^{t+1} = x_i^t + v_i^t \quad (4)$$

Where f_i is frequency of sound value for each bat i , v_i^t is velocity of bat i at iteration t , and x_i^t is the position of bat i at iteration t . There is an interval for sound belonging to each bat and these intervals depend on designer or researchers, etc. The closed interval $[0,1]$ was selected for frequencies in this paper and β is a random number in $[0,1]$. In this paper, the effects of golden ratio on β were tested and positive results were obtained. x_* is the best value among the values of bats at each iteration. x_* is updated at each iteration and the other position values are updated as in Eq.5.

$$x_{\text{new}} = x_{\text{old}} + \varepsilon A^t \quad (5)$$

Where x_{new} is the new position of corresponding bat, ε is a random number in closed interval $[-1,1]$.

Noise and Signal Pulse Emission Rate

In fact, noise is the sound created by bat when the bats hunt down a prey or find a food. Bats determine the positions of prey or food by using these sounds and they can find the position of prey or food by courtesy of echolocation to make sound hit to objects and return back although the objects are moving.

The noise gets minimum value while prey is hunted down or food is found as seen in Eq.6 [5, 7].

$$A_i^{t+1} = \alpha A_i^t, \quad r_i^{t+1} = r_i^0 [1 - e^{-\gamma}] \quad (6)$$

Where α is a random number in the closed interval $[0,1]$, γ is value which is greater than zero determined by designer. While closing to prey or food, pulse emission rate increases and noise decreases. The noise vanished when bat arrived to prey or food [5,7]. But in this study, pulse emission rate and noise were tested without golden ratio, and also pulse emission rate and noise were tested under effects of golden ratio. The experiment with golden ratio gave superior results. Algorithm 1 illustrates the pseudo-code of Bat Algorithm [5, 7]. The revised version of bat algorithm was given in Section 4 and details about revision were also given in Section 4.

The frequency values change in the range $(0, f_{\max})$, and r changes in the range $[0,1]$. The local solutions generated around the selected best solution are generated in two ways: The first way is to generate solutions randomly and the second way is to generate solutions by using golden ratio. The experimental results obtained in the second way were superior to the experimental results in the first way in this study. These results were given in Section 5.

Algorithm 1. Bat Algorithm

```

Objective function  $f(x)$ ,  $x = (x_1, \dots, x_d)^T$ 
Initialize the bat population  $x_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) and  $v_i$ 
Define pulse frequency  $f_i$  at  $x_i$ 
Initialize pulse rates  $r_i$  and the loudness  $A_i$ 
while ( $t < \text{Max number of iterations}$ )
    Generate new solutions by adjusting frequency, and
    updating velocities and locations/solutions
    if ( $\text{rand} > r_i$ )
        Select a solution among the best solutions
    Generate a local solution around the selected best solution
    end if
    Generate a new solution by flying randomly
    if ( $\text{rand} < A_i \& f(x_i) < f(x_*)$ )
        Accept the new solutions
        Increase  $r_i$  and reduce  $A_i$ 
    end if
    Rank the bats and find the current best  $x_*$ 
end while
Postprocess results and visualization

```

III. GOLDEN RATIO

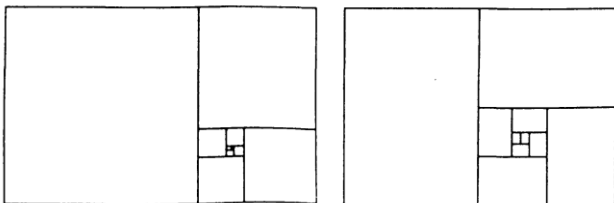
Golden ratio is found in morphological structures and shapes of many alive and lifeless. The most obvious examples of golden ratio are seen in the human body (especially human faces), leaves, tree branches, etc. In term of compliance and a numerical ratio of the geometric relation, it is a competent size in the mathematics and art. For example, any line can be divided into a point such that the ratio of small line segment over large line segment is equal to ratio of large line segment over whole line. The result of this ratio is also equal to golden ratio and Fig. 1 and Eq.7. depicts this case [8].

$$\frac{1}{1+X} = \frac{X}{1+X} \quad \text{or} \quad X^2 + X - 1 = 0 \quad (7)$$

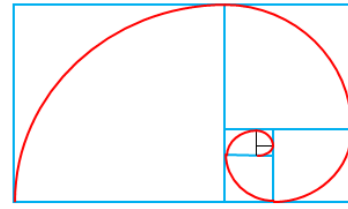
Figure 1.Golden ratio in a line segment.

$$(1/X) = X/(1-X) \text{ or } X^2 + X - 1 = 0 \quad (7)$$

The positive root of equation (7) is $X = (-1 + \sqrt{5})/2 \approx 0.61803398875$. The ratio $1/X = (1 + \sqrt{5})/2 \approx 1.61803398875$.

**Figure 2.**Golden rectangle [8].

If the short side of any rectangle over large side is equal to golden ratio, this rectangle is called as golden rectangle as seen in Fig.2. When the rectangles in Fig. 2 are created nested, a spiral occurs like in Fig. 3.

**Figure 3.**Golden rectangle and golden spiral.

The bat algorithm and golden ratio can be used together as a meta-heuristic method to solve optimization problems. With this aim, the clustering problem was used as an experimental study.

IV. PROPOSED METHOD (BAGR METHOD)

It has been illustrated that the bat algorithm can be used for continuous problems and industrial problems [9]. Bat algorithm can be also used for discrete optimization problems such as the clustering problem which was handled in this paper. In order to apply bat algorithm to clustering, bat algorithm was revised by using golden ratio and uniform initial population.

A database on <http://archive.ics.uci.edu/ml/machine-learning-databases/iris/> was used for application. The some data in this database can be seen in Table 1. The data in Table 1 can be described as follow. These data are seen in Table 1 and the first column represents sepal length, the second column represents sepal width, the third column represents petal length, the fourth column represents petal width and last column represents the class.

Table 1. Representation of sample data.

sepal length	sepal width	petal length	petal width	class
5,4	3,7	1,5	0,2	1
5,4	3,4	1,5	0,4	1
5,7	3,8	1,7	0,3	1
5	2,3	3,3	1	2
5,5	2,4	3,8	1,1	2
5,5	2,4	3,7	1	2
5,8	2,7	5,1	1,9	3
6	3	4,8	1,8	3
6,3	2,7	4,9	1,8	3
6,3	3,4	5,6	2,4	3

Some data representations used in this study are seen in Table 1, and there are 150 different samples. Each class contains 50 data, and 30 data in each class (total of 90 data) were used for training step and remaining data were used for the test step. The size of artificial bat population was selected as 16, and this choice depends on the designer. The population consists of 16 bats (candidate solutions) and each bat contains

four parameters corresponding to sepal length, sepal width, petal length and petal width (Table 2). The differences between training data and corresponding parameter values in population were computed and the summation of these differences was regarded as fitness value.

Table 2. The representation of training data.

	sepal length	sepal width	petal length	petal width
1	6,9	3,1	4,9	1,5
2	5,8	2,7	5,1	1,9
3	6	3	4,8	1,8
4	6,3	2,7	4,9	1,8
5	6,3	3,4	5,6	2,4
6	6,4	2,7	5,3	1,9
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
90	6,4	2,8	5,6	2,1

The difference of each column value of population and corresponding column of training data were obtained and these differences were summed, and this summation was assigned to related element of Difference Summation (sum of differences) in Fig. 4.

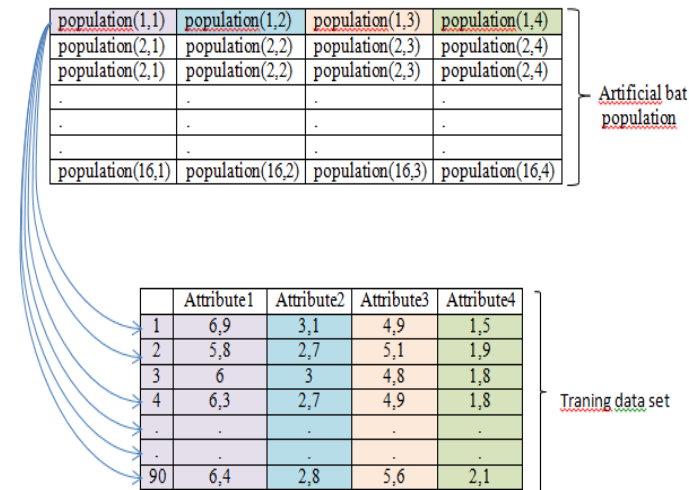


Figure 4. The representation of differences between population with training set.

After the following operations, the results in Fig.5 are obtained. Results in the Fig.5 are error values of artificial bat population according to the training set. Actually, each value in the Fig.5 is the sum of differences of artificial bat population with values of the training set. These operations are executed for all elements of the population.

The differences between artificial bat population matrix elements and training data set matrix elements were calculated according to the manhattan distance formula in Eq.8.

$$m = |\text{population}(i,k) - \text{training}(k,m)| \quad (8)$$

for t=1:16

$$\text{differences}(t,1) = \sum_{m=1}^{90} (|\text{population}(t,1) - \text{training}(1,m)|)$$

$$\text{differences}(t,2) = \sum_{m=1}^{90} (|\text{population}(t,2) - \text{training}(2,m)|)$$

$$\text{differences}(t,3) = \sum_{m=1}^{90} (|\text{population}(t,3) - \text{training}(3,m)|)$$

$$\text{differences}(t,4) = \sum_{m=1}^{90} (|\text{population}(t,4) - \text{training}(4,m)|)$$

end

				Sum of differences
differences(1,1)	differences(1,2)	differences(1,3)	differences(1,4)	D ₁
differences(2,1)	differences(2,2)	differences(2,3)	differences(2,4)	D ₂
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
differences(16,1)	differences(16,2)	differences(16,3)	differences(16,4)	D ₁₆

$$\text{sumofdifferences}(1,t) = (\sum (\text{difference}(k,:)))$$

Figure 5. Difference Matrix.

If there is a total difference for each candidate solution, there will be 16 summed up differences.

$$\begin{aligned} \text{sumofdifferences}(1,t) &= \sum_{k=1}^4 \text{differences}(k,:) \\ [\text{minimum}, \text{index}] &= \min(\text{sumofdifferences}) \\ \text{best} &= \text{population}(\text{index}, :) \end{aligned}$$

Table 3. Sum of differences matrix.

sumofdifferences (1,1)/(D ₁)	sumofdifferences (1,2)/(D ₂)	.	.	.	Sumofdifferences (1,16)/(D ₁₆)
--	--	---	---	---	--

For example, if D₂ (sumofdifferences(1,2)) is the lowest value, our candidate solution is the second element of artificial bat population in relation to the sumofdifferences matrix (in Fig. 6).

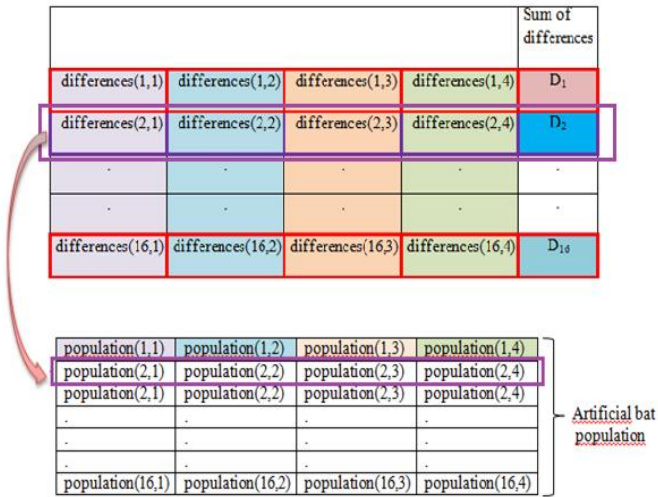


Figure 6. Selection of candidate solution from artificial bat population according to the sum of differences matrix.

Our software gave matrix of sizes 1x4 as a result and this matrix was called as Best. Each element of this matrix was compared to class column of data and an error value was obtained. The aim of this paper is to minimize this error. Each element of this matrix is near-optimal value.

Table 4. The representation of Best values.

Best (1,1)	Best(1,2)	Best(1,3)	Best(1,4)
------------	-----------	-----------	-----------

After that the summation of each row of Difference Summation matrix was assigned to Fitness Function. In fact, the fitness function is an error function. The values of fitness were sorted in ascending order.

The first value in the fitness function is the best value; the stopping criterion is the lowest value in the fitness values. The fitness values never decreased to a value lower than 300 without using golden ratio. While golden ratio was used, the fitness value reached to smaller values than 300. After application of golden ratio, the fitness values reached to about 285. Due to this case, the stopping criterion was 300, 290 and finally 285. There were 22 executions of program, and the results of these executions were given in the subsequent section.

In this study, the golden ratio value has been used for selection of parameters of bat algorithm. The following pseudo-code demonstrates the use of the golden ratio in the bat algorithm. The revised version of bat algorithm can be described as follow.

Each bat in algorithm consists of 4 parameters, and the first value is a candidate solution for sepal length, the second parameter corresponds to sepal width, the third parameter presents the petal length and last parameter presents the petal

width. The values generated for each parameter in a bat are in an interval defined for corresponding property (attribute) of database. We revised the bat algorithm by applying golden ratio to some parameters, and finally the candidate solutions were obtained by using uniform initial population. The revised / added steps in algorithm can be seen in Algorithm 2.

Algorithm 2. Bat Algorithm with golden ratio

Objective function $f(x)$, $x = (x_1, \dots, x_d)^T$
 Initialize the bat population x_i ($i = 1, 2, \dots, n$) and v_i uniform initial population
 Define pulse frequency f_i at x_i
 Initialize pulse rates r_i and the loudness A_i according to golden ratio
 while ($t < \text{Max number of iterations}$)
 Generate new solutions by adjusting frequency, and updating velocities and locations/solutions
 if ($\text{rand} > r_i$)
 Select a solution among the best solutions according to golden ratio
 Generate a local solution around the selected best solution according to golden ratio
 end if
 Generate a new solution by flying randomly
 if ($\text{rand} < A_i \& f(x_i) < f(x_*)$)
 Accept the new solutions
 Increase r_i and reduce A_i according to golden ratio
 end if
 Rank the bats and find the current best x_*
 end while
 Postprocess results and visualization

V. EXPERIMENTAL RESULTS

In the proposed bat algorithm, the minimum and maximum frequency values are $f_{\min} = 0$, $f_{\max} = 1$, respectively. These values are same in all steps of algorithm and it is possible to change these values based on idea of designers or problems. The initial values for algorithm were seen in Table 5 for execution 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 and 9.

X matrix means population, in other words, bat values are solution of problem. We will use the abbreviations for executions such as BA/GR/UP/XX where GR represents golden ratio, UP represents uniform initial population and XX represents execution number.

The $f_{\min}=0$ and $f_{\max}=1$ are used through all studies. Table 6 contains all information about parameters and initial population.

Table 5. Parameter values and results of nine executions.

Executions	A	r	X:Initial Populati on	r changing	A changing	Changing solution	best	Stopping Criteria	Average Accuracy Rate
BA/1	0.5	0.4	Random	$r+0.1*\text{rand}$	$A-0.1*\text{rand}$	-----		≤ 300	84.83%
BA/GR/2	0.5	0.4	Random	$r+0.1*1.618$	$A-0.1*1.618$	-----		≤ 300	88.83%
BA/3	0.5	0.4	Random	$r+0.1*1.3$	$A-0.1*1.3$	-----		≤ 300	88.50%
BA/4	0.5	0.4	Random	$r+0.1*0.9$	$A-0.1*0.9$	-----		≤ 300	88.33%
BA/GR/5	0.5	0.4	Random	$r+0.1*0.618$	$A-0.1*0.618$	-----		≤ 300	86.67%
BA/6	0.5	0.4	Random	$r+0.1*1.9$	$A-0.1*1.9$	-----		≤ 300	87.33%
BA/GR/7	0.5	0.4	Random	$r+0.1*\text{rand}$	$A-0.1*\text{rand}$	$\text{best}+0.01*1.618*\text{rand}$		≤ 300	88.17%
BA/GR/8	0.5	0.4	Random	$r+0.1*1.618$	$A-0.1*1.618$	$\text{best}+0.01*1.618*\text{rand}$		≤ 300	88.50%
BA/GR/9	0.5	0.618	Random	$r+0.1*1.618$	$A-0.1*1.618$	$\text{best}+0.01*1.618*\text{rand}$		≤ 300	89.67%

In the first 9 executions, the values of r and A were trained with the aim of obtaining maximum success rate. It was seen that the better result was obtained while r and A had value 1.618 as seen in Table 6. Table 5 illustrates the results of nine experiments for Bat Algorithm without/with golden ratio. The experimental results in Table 6 depicts that the golden ratio makes Bat Algorithm better with respect to its original version. The same is also valid in Fig.7.

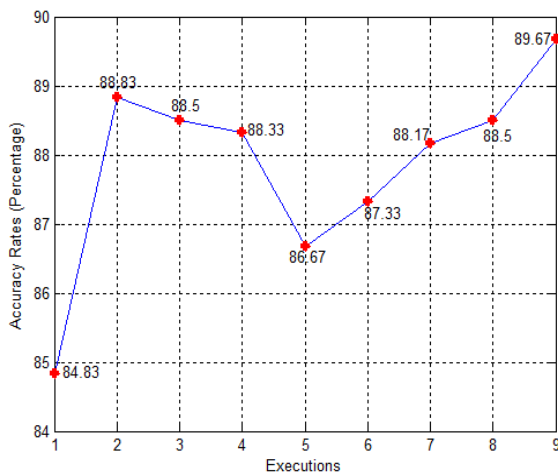


Figure 7. The graphical representation of average rate for accuracies of Executions.

In the subsequent section, in order to make population uniformly distributed initially, the initial population was generated by using population generation step of Sapling Growing up Algorithm. The values of r and A were trained randomly in the corresponding intervals.

Uniform Initial Population by Using Sapling Growing-up Algorithm (SGuA)

Sapling Growing-up Algorithm which is superior to other optimization problems in regular population advantage for one of the parties, creating arrange of possible solutions, and the smallest and largest values in a population of them to create and distribute the best way as possible, so that the solution interval. When this is satisfied, the best solution will be obtained in shorter time and with better success rate. The meta-heuristic algorithms may get stack in local solution or diverged from the best solution. Sapling Growing-up Algorithm can get rid of these problems by using uniform initial population as seen in Table 6 [16-21].

Table 6. Uniform Initial Population with Sapling Growing-up Algorithm.

Min1	Min2	Min3	Min4
$L_1 + (u_1 - l_1) * r$	$L_1 + (u_1 - l_1) * r$	$L_1 + (u_1 - l_1) * r$	$L_1 + (u_1 - l_1) * (1 - r)$
$L_1 + (u_1 - l_1) * r$	$L_1 + (u_1 - l_1) * r$	$L_1 + (u_1 - l_1) * (1 - r)$	$L_1 + (u_1 - l_1) * r$
$L_1 + (u_1 - l_1) * r$	$L_1 + (u_1 - l_1) * r$	$L_1 + (u_1 - l_1) * (1 - r)$	$L_1 + (u_1 - l_1) * (1 - r)$
$L_1 + (u_1 - l_1) * r$	$L_1 + (u_1 - l_1) * (1 - r)$	$L_1 + (u_1 - l_1) * r$	$L_1 + (u_1 - l_1) * r$
$L_1 + (u_1 - l_1) * r$	$L_1 + (u_1 - l_1) * (1 - r)$	$L_1 + (u_1 - l_1) * r$	$L_1 + (u_1 - l_1) * (1 - r)$
$L_1 + (u_1 - l_1) * r$	$L_1 + (u_1 - l_1) * (1 - r)$	$L_1 + (u_1 - l_1) * (1 - r)$	$L_1 + (u_1 - l_1) * r$
$L_1 + (u_1 - l_1) * r$	$L_1 + (u_1 - l_1) * (1 - r)$	$L_1 + (u_1 - l_1) * (1 - r)$	$L_1 + (u_1 - l_1) * (1 - r)$
$L_1 + (u_1 - l_1) * (1 - r)$	$L_1 + (u_1 - l_1) * r$	$L_1 + (u_1 - l_1) * r$	$L_1 + (u_1 - l_1) * r$
$L_1 + (u_1 - l_1) * (1 - r)$	$L_1 + (u_1 - l_1) * r$	$L_1 + (u_1 - l_1) * r$	$L_1 + (u_1 - l_1) * r$
$L_1 + (u_1 - l_1) * (1 - r)$	$L_1 + (u_1 - l_1) * r$	$L_1 + (u_1 - l_1) * (1 - r)$	$L_1 + (u_1 - l_1) * r$
$L_1 + (u_1 - l_1) * (1 - r)$	$L_1 + (u_1 - l_1) * r$	$L_1 + (u_1 - l_1) * (1 - r)$	$L_1 + (u_1 - l_1) * (1 - r)$

$L_1 + (u_1 - l_1) * (1 - r)$	$L_1 + (u_1 - l_1) * (1 - r)$	$L_1 + (u_1 - l_1) * r$	$L_1 + (u_1 - l_1) * r$
$L_1 + (u_1 - l_1) * (1 - r)$	$L_1 + (u_1 - l_1) * (1 - r)$	$L_1 + (u_1 - l_1) * r$	$L_1 + (u_1 - l_1) * (1 - r)$
$L_1 + (u_1 - l_1) * (1 - r)$	$L_1 + (u_1 - l_1) * (1 - r)$	$L_1 + (u_1 - l_1) * (1 - r)$	$L_1 + (u_1 - l_1) * r$
Max1	Max2	Max3	Max4

L_i represents lower bound values in training data and U_i represents upper bound values in training data. When initial population is created by using minimum and maximum values, the convergence to optimal or near-optimal value will be better. New x matrices were obtained in this manner. The following executions used uniform initial population as in Sapling Growing-up Algorithm.

Table 7. Parameter values and results of nine executions. X:IP stands for X:Initial population, AAR stands for Average Accuracy Rate, SC stands for Stopping Criteria.

Executions	A	r	X:IP	r changing	A changing	Changing best solution	SC	AAR
BA/UP/10	0.5	0.4	UP	$r + 0.1 * \text{rand}$	$A - 0.1 * \text{rand}$	-----	≤ 300	88.34%
BA/GR/UP/11	0.5	0.4	UP	$r + 0.1 * 1.618$	$A - 0.1 * 1.618$	-----	≤ 300	89.17%
BA/UP/12	0.5	0.4	UP	$r + 0.1 * \text{rand}$	$A - 0.1 * \text{rand}$	$\text{best} + 0.01 * \text{rand}$	≤ 300	88.17%
BA/GR/UP/13	0.5	0.4	UP	$r + 0.1 * 1.618$	$A - 0.1 * 1.618$	$\text{best} + 0.01 * 0.9 * \text{rand}$	≤ 300	89.83%
BA/UP/14	0.5	0.4	UP	$r + 0.1 * \text{rand}$	$A - 0.1 * \text{rand}$	$\text{best} + 0.01 * 1.618 * \text{rand}$	≤ 300	88.67%
BA/GR/UP/15	0.5	0.4	UP	$r + 0.1 * 1.618$	$A - 0.1 * 1.618$	$\text{best} + 0.01 * 1.618 * \text{rand}$	≤ 300	89.67%
BA/GR/UP/16	0.5	0.618	UP	$r + 0.1 * 1.618$	$A - 0.1 * 1.618$	$\text{best} + 0.01 * 1.618 * \text{rand}$	≤ 300	90.83%
BA/GR/UP/17	0.5	0.618	UP	$r + \text{abs}(1 - r * (1 - \exp(1.618 * \text{rand})))$	$A - 0.1 * 1.618$	$\text{best} + 0.01 * 1.618 * \text{rand}$	≤ 300	89.67%
BA/GR/UP/18	0.618	0.618	UP	$r + \text{abs}(1 - r * (1 - \exp(1.618 * \text{rand})))$	$A - 0.1 * 1.618$	$\text{best} + 0.01 * 1.618 * \text{rand}$	≤ 300	89.17%
BA/GR/UP/19	0.618	0.618	UP	$r + \text{abs}(1 - r * (1 - \exp(1.618 * \text{rand})))$	$A - 0.1 * 1.618$	$\text{best} + 0.01 * 1.618 * \text{rand}$	≤ 300	90%
BA/GR/UP/20	0.618	0.618	UP	$r + \text{abs}(1 - r * (1 - \exp(1.618 * \text{rand})))$	$A - 0.1 * 1.618$	$\text{best} + 0.01 * 1.618 * \text{rand}$	≤ 290	90.33%
BA/GR/UP/21	0.618	0.618	UP	$r + \text{abs}(1 - r * (1 - \exp(1.618 * \text{rand})))$	$A - 0.1 * 1.618$	$\text{best} + 0.01 * 1.618 * \text{rand}$	≤ 285	90.50%
BA/GR/UP/22	0.5	0.618	UP	$r + 0.1 * 1.618$	$A - 0.1 * 1.618$	$\text{best} + 0.01 * 1.618 * \text{rand}$	≤ 285	91%

Table 7 illustrates results of 13 experiments. It can be seen that all experiments have average accuracy rates about 90%. The final experiment BA/GR/UP/22 yielded the highest average accuracy rate, and most of the parameters in BA/GR/UP/22 have golden ratio value and fraction of golden ratio. This means that golden ratio has the effects on Bat algorithm positively. Another important point is that the frequencies are adjusted in last four experiments as follow.

$$f_i = f_{\min} + (f_{\max} - f_{\min}) * \beta$$

$$f_i = f_{\min} + (f_{\max} - f_{\min}) * 0.618$$

The value of parameter β was randomly selected up to this point and after this point the value of parameter β was selected with respect to golden ratio. The fractional part of golden ratio 0.618 was used for parameter β due to β having value in interval [0,1].

When the initial value of parameter r was changed with respect to golden ratio, the average success rate of this step was the highest success rate until this execution. Also individual executions concluded in success rate 95% two times. The success rate was obtained by using fractional part of golden ratio as the parameter r 's value in [0,1].

The parameters r and A with the original exponential values as in bat algorithm yielded near-optimal values. It can be considered that the continuous values may fail in discrete problem. The initial value of A adhering to golden ratio did not make results worse, but it did not also make better. The change of parameter A proportional to golden ratio rather than initial value of parameter A were concluded in better results due to vary depending on the applications.

The changes in frequencies adhere to golden ratio increased at success rate. At the same time, it had a success rate of about 90%. After this experiment (BA/GR/UP/19), all experiments obtained the success rate of about 90% with uniform initial population and golden ratio.

In BA/GR/UP/21, the average success ratio reached to 90.5%, the highest value that has ever been obtained, decreasing the number of iterations value to 285. Furthermore, all steps at BA/GR/UP/22 trended to 90 % success ratio. Fig.8 illustrates that all average success rates are about 90%. Fig.9 verified that the average accuracy rates never go to below 90%.

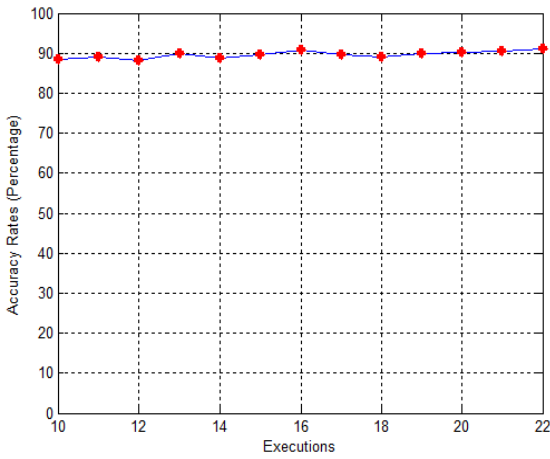


Figure 8. Average Success rates for last 13 experiments.

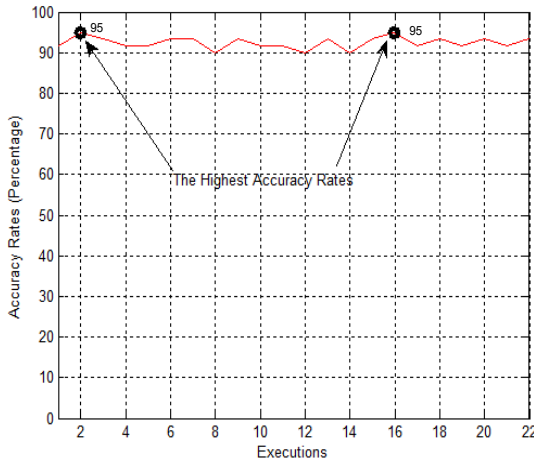


Figure 9. The highest success rates for each experimental study.

The obtained success rates on this database can be compared as in Table 9. Table 8 illustrates that the proposed algorithm (BAGR) is superior to all studies on this database except the study of Yu et al, since the experimental results of BAGR are better than results of the studies except the study of Yu et al.

Table 8. Success rates for different studies on this plant database.

Methods	Success rate
Kolhe and Zinjore	97.77% (2 attributes)
Kiang	90.34%
Yu et al	98%
Hulle (2000)	90.67%
Hulle (1998)	92%
Abudalfa, Mikki	66.67%
Proposed algorithm	95%

VI. CONCLUSION

In practice, bat algorithm is mainly focused on the continuous mathematical formulas and functions; the bat algorithm was applied to discrete problems such as data clustering problems in this paper successfully. As a result of these applications, it demonstrated that a discrete problem especially the change of parameter r signal propagation as continuous valued caused the decrease in success rate. The change of parameter r signal propagation was concluded in better result by using bat algorithm with golden ratio. Furthermore, there were not any studies on the effect of golden ratio associated with bat algorithm until this study. In this respect, the study may shed light to further studies.

Most of the meta-heuristic algorithms involve parametric values and these parametric values are generated randomly. The golden ratio value of these parameters clearly stands to try a variety of ways. For this purpose, to shed light to further studies, the golden ratio is a value that is a very intuitive open to try the applicability of the algorithm with golden ratio.

Most of the meta-heuristic algorithms generate initial population randomly. In this paper, the initial population was generated by using uniform initial population method as in Sapling Growing-up Algorithm and this case increased success rate. For this reason, uniform initial population method will be helpful step for other meta-heuristic algorithms.

REFERENCES

- [1] Kaymaz, İ., "Optimizasyon Teknikleri", http://194.27.49.11/makine/ikaymaz/optimizasyon/dosyalar/DERS_1_OPTIMIZASYONA_GIRIS.pdf, 2014.
- [2] Murty, K. G., "Optimization Models For Decision Making", vol. 1, Internet Edition, Chapter 1: Models for Decision Making, 2003, pp. 1-18.
- [3] Akyol, S., Alataş, B., "Güncel Sürü Zekası Optimizasyon Algoritmaları", Nevşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 1, pp. 36-50, 2012.
- [4] Karaboğa, D., "Yapay Zeka Optimizasyon Algoritmaları", Nobel Yayın Dağıtım, 2011.
- [5] Yang, X.-S., "A New Metaheuristic Bat-Inspired Algorithm", NISCO 2010, SCI 284, pp. 65-74, 2010.
- [6] Alp, H., "Yarasaların Özellikleri ve Yarasalarla Mücadele Yöntemleri", Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 2 (4), pp. 57-63, 2009.
- [7] Yang, X.-S., Gandomi, A. H., "Bat Algorithm: A Novel Approach for Global Engineering Optimization", Engineering Computations, Vol. 29, Issue 5, pp. 464-483, 2012.
- [8] G. Markowsky, "Misconceptions about the Golden Ratio", The College Mathematics Journal, Vol. 23, No. 1, pp. 2-19, 1992.

- [9] Musikapun, P., Pongcharoen, P., "Solving Multi-Stage Multi-Machine Multi-Product Scheduling Problem Using Bat Algorithm", 2nd International Conference on Management and Artificial Intelligence IPEDR, Vol.35, Singapore, 2012.
- [10] Kolhe, S. R., Zinjore, R. S., "Clustering Iris Data using Supervised and Unsupervised Learning", International Journal of Computer Science and Application Issue 2010, page:135-139, 2012.
- [11] Kiang, M. Y. "Extending the Kohonen self-organizing map networks for clustering analysis", Computational Statistics & Data Analysis, vol. 38, issue 2, pp. 161–180, 2001.
- [12] Yu, H., Liu, Z., Wang, G. "Automatically Determining The Number of Clusters Using Decision-Theoretic Rough Set, Rough Set and Knowledge Technology", 6th International Conference, RSKT, page:504-513, 2011.
- [13] Hulle, M. M. V., "Hill Climbing, density-based clustering and equiprobabilistic topographic maps", Journal of VLSI signal processing systems for signal, image and video technology, Volume 26, Issue 1-2, pp 79-94, 2000.
- [14] Hulle, M. M. V., "Clustering with Kernel-Based Equiprobabilistic Topographic Maps", Neural Networks for Signal Processing VIII, pp. 204-213, 1998.
- [15] Abudalfa, S., Mikki, M., "A Dynamic Linkage Clustering using KD-Tree", The International Arab Journal of Information Technology, Vol. 10, No. 3, pp. 283-289, 2013.
- [16] Karcı, A., Alataş, B., Akın, E., "FidanGelişimAlgoritması", ASYU-INISTA-2006.
- [17] Karcı, A., Alataş, B., "Thinking Capability of Saplings Growing Up Algorithm", IDEAL-2006: 7th International Conference on Intelligent Data Engineering and Automated Learning, LNCS 4224, pp.386-393, 2006.
- [18] Karcı, A., "Theory of Saplings Growing Up Algorithm", ICANNGA-2007: , LNCS 4431 Part I, pp:450-460, 2007a.
- [19] Karcı, A., "Saplings Sowing and Growing up Algorithm Convergence Properties", INISTA-2007: International Symposium on Innovations in Intelligent Systems and Applications, Yıldız Technical University, İstanbul, pp:322-326, 2007b.
- [20] Karcı, A., Yiğiter, M., Demir, M., "Natural Inspired Computational Intelligence Method: Saplings Growing Up Algorithm", Ikecco'2007 International Kyrgyz-Kazak Electronics And Computer Conference, 2007.
- [21] Demir, M., Yiğiter, M., Karcı, A., "Application of Saplings Growing Up Algorithm to Clustering Medical Data", Ikecco'2007 International Kyrgyz-Kazak Electronics And Computer Conference, 2007.

FPGA-Tabanlı Yapay Sinir Ağı Uygulamaları İçin Yüksek Hızlı TanSig Aktivasyon Fonksiyonunun Gerçeklenmesi

Implementation of High Speed TanSig Activation Function for FPGA Based Artificial Neural Network Applications

İsmail Koyuncu

Dept. of Electronics and Automation, Duzce University
Duzce, Turkey
ismailkoyuncu@duzce.edu.tr

Murat Tuna

Dept. of Electrical Technology, Kırklareli University
Kırklareli, Turkey
Murat.tuna@klu.edu.tr

Özetçe—Son yıllarda Yapay Sinir Ağları (YSA) otomotiv sektöründen savunma sanayiine ve bankacılıktan mühendisliğe kadar birçok alanda kullanılmaktadır. YSA'nda kullanılan transfer/aktivasyon fonksiyonları doğrusal ve doğrusal olmayan aktivasyon fonksiyonları olmak üzere iki bölüme ayrılmaktadır. Doğrusal olmayan aktivasyon fonksiyonlarından birisi olan Tanjant Sigmoid (TanSig) aktivasyon fonksiyonunun üstel işlemler içermesinden dolayı donanımsal gerçeklemeleri oldukça zor olmaktadır. Bu nedenle literatürde TanSig aktivasyon fonksiyonunun donanımsal gerçeklemeleri için çeşitli yaklaşımlar sunulmuştur. Bu çalışmada, TanSig aktivasyon fonksiyonu, Kwan yaklaşımı ile FPGA çiplerinde kullanılmak üzere donanımsal olarak modellenmiştir. Tasarımda 32-bit IEEE-754-1985 kayan noktalı sayı formatı kullanılmış ve tasarım VHDL dili ile kodlanmıştır. Tasarlanan FPGA-tabanlı Kwan TanSig AF ünitesi Xilinx ISE 14.1 Project Navigator programı kullanılarak VIRTEX-6 FPGA çipi için Kwan TanSig AF ünitesi maksimum çalışma frekansı 397 MHz olarak elde edilmiştir. FPGA tabanlı Kwan TanSig AF ünitesi 1 s'de yaklaşık olarak 397 milyon sonuç üretebilmektedir. Sunulan bu çalışma ile Kwan TanSig aktivasyon fonksiyonunun FPGA-tabanlı gömülü YSA uygulamalarında kullanılabileceği gösterilmiştir. İleriki çalışmalarda, FPGA-tabanlı Kwan TanSig AF ünitesi kullanılarak YSA ile gömülü sistem uygulamaları gerçekleştirilebilir.

Index Terms—Yapay sinir ağları; FPGA; VHDL; IEEE 754-1985 standardı; TanSig aktivasyon fonksiyonu.

Abstract—In recent years, Artificial Neural Networks (ANNs) are used from automotive sector to defense industry and from engineering to banking in many areas. Transfer/activation functions used in ANNs are divided into two sections as linear and non-linear. Tangent Sigmoid (TanSig) activation function is one of nonlinear activation functions. Hardware implementation of TanSig activation function because this function includes

exponential operations is very difficult. Therefore, diverse approaches have been presented for hardware implementation of TanSig activation function. In this study, TanSig activation function has been modeled with Kwan approach as hardware on FPGA chips. In the design, 32-bit IEEE-754-1985 floating point number standard has been used and the design has been coded in VHDL. The maximum operation frequency of the designed FPGA-based Kwan TanSig AF unit is 397 MHz for VIRTEX-6 FPGA chip using Xilinx ISE 14.1 Project Navigator program. FPGA-based Kwan TanSig AF unit can produce approximately 397 million results in 1 second. In this study, Kwan TanSig activation function has been shown to be used in the FPGA-based embedded ANN applications. In the future studies, embedded system applications can be performed using FPGA-based Kwan TanSig activation function with ANNs.

Index Terms—Artificial Neural Networks, TanSig activation function, FPGA, VHDL, IEEE 754-1985 standard.

I. GİRİŞ

Son yıllarda Yapay Sinir Ağları (YSA (Artificial Neural Networks)) sınıflandırma [1], tıp [2], görüntü işleme [3], gömülü sistemler [4], optimizasyon [5], motor [6], kontrol [7], senkronizasyon [8], tahmin [9] otomotiv [10] gibi bir çok alanda kullanılmaktadır. YSA, yazılımsal ve donanımsal olmak üzere iki farklı platform kullanılarak gerçekleştirilebilmektedir. Yazılımsal olarak YSA, C++, Neuro Solutions, Genesis ve Matlab gibi bilgisayar yazılımları ile modellenenilmektedir. Donanımsal olarak ise Graphic Processing Unit (Grafik İşleme Ünitesi (GPU)) [11] Application Specific Integrated Circuits (Uygulamaya Özel Tümlşik Devreler (ASIC) [12], digital microprocessor (sayısal mikroişlemci) [13], Digital Signal Processing (Sayısal Sinyal İşleme (Digital Signal Processing DSP) [14], ve Field Programmable Gate Array (Alan Programlanabilir Kapı Dizileri (FPGA) [15] gibi farklı

platformlar ile gerçekleştirilebilmektedir. FPGA çipleri tasarımcının ihtiyaç duyduğu mantıksal blok ve fonksiyonları gerçekleştirebilmesi amacı ile sahada programlayabileceği tümdevrelerdir. Giriş-Çıkış blokları, yapılandırılabilir mantıksal bloklar ve ara bağlantılar olmak üzere üç ana bileşenden oluşan FPGA çipleri tasarlanan sisteme göre pek çok defa programlanabilmektedir.

YSA, genel yapısı gereği paralel çalışan bir karakteristik özelliğe sahip olduğundan YSA-tabanlı uygulamaların gerçekleştirilebilmesi için kullanılacak donanımın paralel çalışabilen bir yapıda olması sistemin genel performansını önemli ölçüde arttırmaktadır. Bu yönü ile FPGA çiplerinin paralel işlem yapabilme kabiliyetlerinden dolayı yüksek sinyal işleme gücüne sahip ve yeniden defalarca programlanılabilir özelliklerinden sayesinde FPGA-tabanlı YSA uygulamalarını öne çıkarmaktadır. Ayrıca da genel olarak FPGA çiplerinin ilk tasarım ve test maliyetleri de ASIC-tabanlı uygulamalara göre oldukça düşüktür. YSA, bulanık mantık (fuzzy logic) [16], sezgisel algoritmalar [17], uzman sistemler (expert systems) [18] gibi alt dallara ayrılan Yapay zeka (artificial intelligence) teknikleri içerisinde yer almaktadır. YSA, insan beyninin temel özelliklerinden olan öğrenme, sınıflandırma, genelleme ve ilişkilendirme gibi becerilerinden esinlenerek beynin matematiksel olarak modellenmesi ile geliştirilmiş bir yapay zekâ alanıdır. Son yıllarda YSA, tahmin, sınıflandırma, kümeleme, modelleme, fonksiyon uydurma, optimizasyon, veri filtreleme ve örüntü tanıma gibi pek çok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. YSA, ağız yapısına, öğrenme kuralına, öğrenme algoritmasına ve uygulamaya göre farklı sınıflara ayrılabilir. YSA ağız yapısına göre ileri (feed forward) ve geri beslemeli (back forward) olmak üzere iki kısma ayrılmaktadır. İleri beslemeli YSA için çok katmanlı (multilayer), radial temelli, PNN (Probabilistic Neural Network) ve LVQ (Learning Vector Quantization) ağız yapıları ve geri beslemeli YSA için Elman, SOM (Self-Organizing Map) ve Hopfield ağız yapıları örnek olarak verilebilir. Yapay bir sinir hücresi girişler (inputs), ağırlıklar (weights), toplam (s), aktivasyon/transfer fonksiyonu (AF) ve çıkış (outputs) bölümlerinden oluşmaktadır. Giriş birimleri dış dünyadan aldığı bilgileri sinir hücresine aktarmaktadır. Ağırlıklar bilginin saklandığı birimdir. Giriş değerleri ağırlıklar ile çarpılarak toplanmakta ve buradan da aktivasyon fonksiyonuna iletmektedir. YSA kullanılan çok sayıda aktivasyon fonksiyonu bulunmaktadır. Bu aktivasyon fonksiyonlarına poslin, tribas, purelin, hardlim, hardlims, satlin, satlins, tansig, logsig ve rasbas fonksiyonları örnek olarak verilebilir. YSA kullanılan aktivasyon fonksiyonlarından birisi olan Tanjant Sigmoid (TanSig) eksponansiyel işlemler içermektedir. Bu nedenle TanSig AF'nun donanımsal gerçeklemeleri oldukça zor olduğundan literatürde çeşitli yaklaşımlar geliştirilmiştir. Bu yaklaşımlardan birisi de Kwan tarafından sunulan TanSig AF yaklaşımıdır. Bu yaklaşım ile TanSig AF belli bir hata toleransı içerisinde donanımsal olarak daha kolay bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir.

Bu çalışmada, ikinci bölümde TanSig aktivasyon fonksiyonu (AF) ve Kwan-tabanlı TanSig AF hakkında genel bilgiler verilmiştir. Üçüncü bölümde, FPGA üzerinde tasarımı

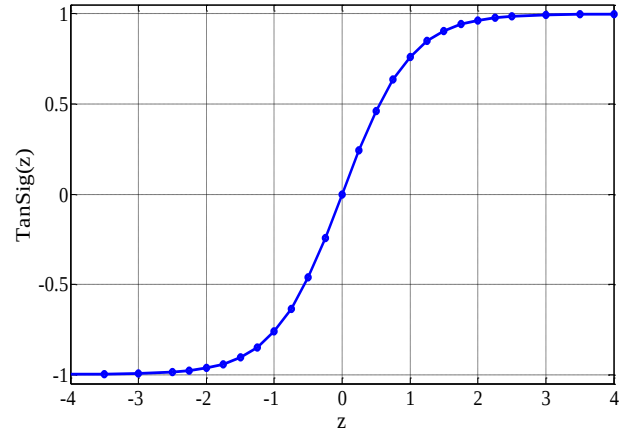
yapılan Kwan-tabanlı TanSig AF ünitesi tanıtılmıştır. Dördüncü bölümde, FPGA-tabanlı Kwan TanSig AF ünitesi veri seti kullanılarak test edilmiş ve test sonuçları sunulmuştur. Ayrıca FPGA-tabanlı Kwan TanSig AF ünitesi FPGA çip istatistikleri verilmiştir. Son bölümde ise çalışmadan elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır.

II. KWAN TANSİG AKTİVASYON FONKSİYONU YAKLAŞIMI

YSA'nda kullanılan AF doğrusal ve doğrusal olmayan AF olmak üzere iki kısma ayrılabilir. Doğrusal olmayan AF'ndan birisi olan TanSig AF denklemleri Eşitlik (1)'de verilmektedir [15]. Burada $\forall z \in \mathbb{Q} : -\infty < z < \infty$ olmak üzere TanSig AF giriş sinyalini ve $\forall G(z) \in \mathbb{Q} : -1 < G(z) < 1$ olmak üzere TanSig AF çıkış sinyalini ifade etmektedir.

$$G(z) = \text{TanSig}(z) = \frac{2}{(1 + e^{(-2z)})} - 1 = \frac{e^{(2z)} - 1}{e^{(2z)} + 1} \quad (1)$$

Eşitlik (1) kullanılarak -4 ve +4 değerleri arasındaki veri seti ile nümerik olarak hesaplanan TanSig AF grafiği Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. TanSig aktivasyon fonksiyonu değişim grafiği.

Yapay sinir ağlarında kullanılan LogSig, RadBas ve Tansig gibi doğrusal olmayan aktivasyon fonksiyonlarının donanımsal olarak gerçekleştirilmesi oldukça zordur. Bu nedenle literatürde bu aktivasyon fonksiyonlarının gerçekleştirilmesi amacıyla çeşitli sayısal yakınsama yöntemleri sunulmuştur. Bu yöntemlerden birisi de YSA uygulamalarında kullanılmak üzere H. K. Kwan tarafından TanSig AF'nun modellenmesi için kullanılan Kwan TanSig AF yaklaşımıdır. Kwan-tabanlı TanSig AF yaklaşımı denklemleri Eşitlik (2) ve Eşitlik (3)'te verilmektedir [9]. Burada $L=2$ olmak üzere $\theta=1/L^2$ ve $\beta=2/L$ olmaktadır.

$$H(z) = \begin{cases} z(\beta - \theta z) & \text{ için } 0 \leq z \leq L \\ z(\beta + \theta z) & \text{ için } -L \leq z \leq 0 \end{cases} \quad (2)$$

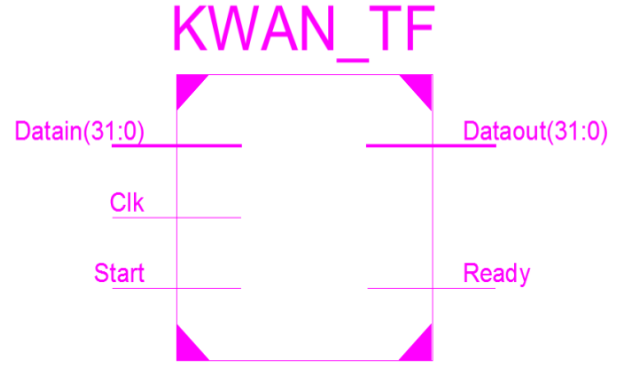
$$G(z) = \begin{cases} 1 & \text{if } L \leq z \\ z(\beta - \theta z) & \text{if } 0 \leq z \leq L \\ -1 & \text{if } z \leq -L \end{cases} \quad (3)$$

III. FPGA TABANLI KWAN TANSIG AKTİVASYON FONKSİYONU

Literatürde YSA'nda kullanılan doğrusal olmayan aktivasyon fonksiyonlarının donanımsal olara gerçekleştirilebilmesi amacıyla çeşitli yaklaşımlar sunulmuştur. Sunulan bu yaklaşımlardan birisi de donanımsal olarak gerçekleştirilmesi kolay olan Kwan TanSig AF yaklaşımıdır.

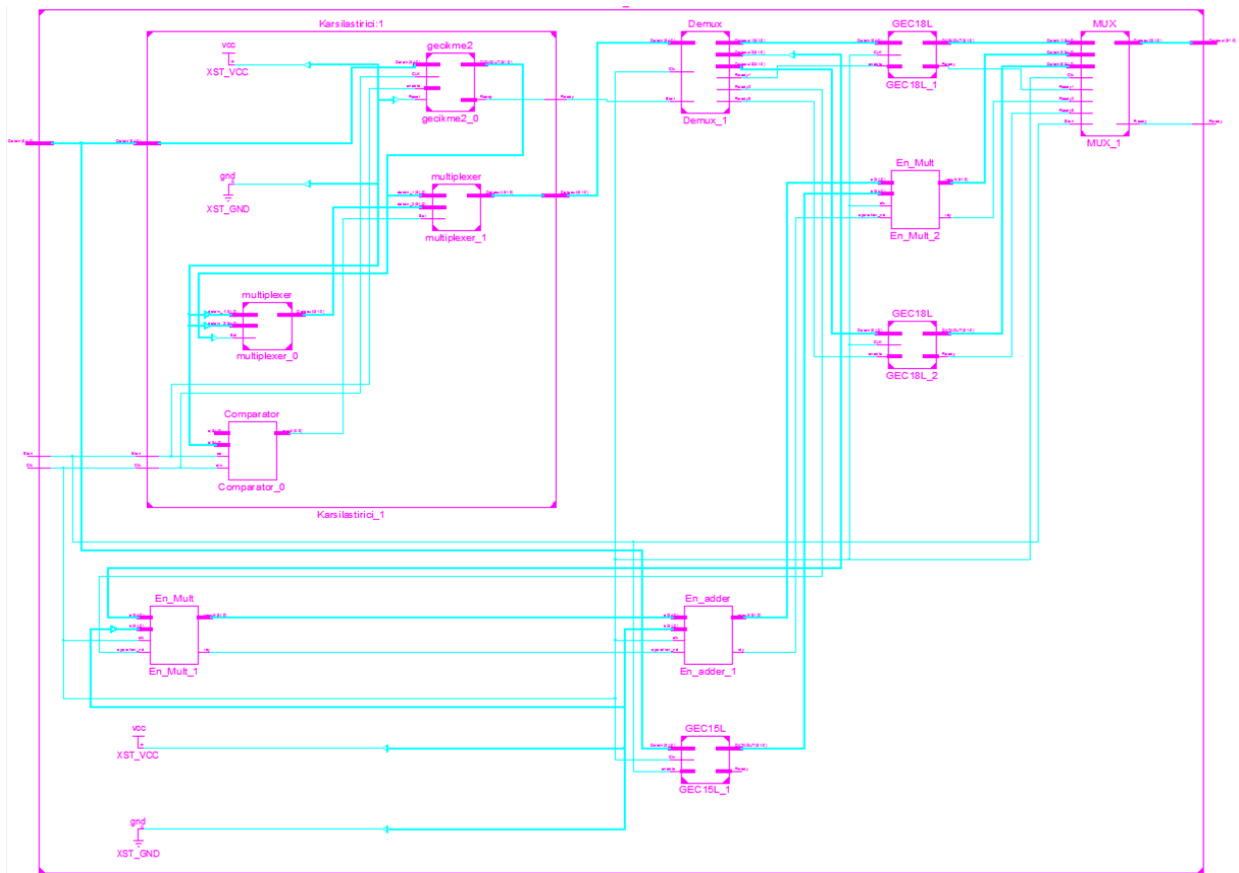
Bu çalışmada Kwan TanSig AF'nun FPGA tabanlı tasarımının yapılabilmesi 32-bit tek hassasiyetli IEEE 754-1985 kayan noktalı sayı standardı kullanılmıştır. FPGA üzerindeki tasarım VHDL dili kullanılarak kodlanmıştır. FPGA tabanlı Kwan TanSig AF tasarımı için Xilinx ISE Design Tools System kullanılmıştır. Ayrıca sunulan FPGA tabanlı Kwan TanSig AF tasarımında kullanılan 32-bit tek hassasiyetli IEEE 754-1985 kayan noktalı sayı standardındaki toplayıcı, karşılaştırıcı, bölücü v.b. modüller, Xilinx ISE Design Tools System Intellectual Property Core (IPC) Generator ile oluşturulmuştur. Şekil 2'de FPGA tabanlı Kwan TanSig AF tasarımı en üst seviye blok şeması verilmiştir. Tasarımın girişinde bulunan 32-bit IEEE 754-1985 kayan noktalı sayı standardına uygun *Datain*, FPGA tabanlı Kwan TanSig AF için giriş sinyalini, *Start* ise sistemin çalışmaya başlaması için ihtiyaç duyduğu sinyal, *Clk* ise sistemin saat darbesi sinyalini ifade etmektedir. Tasarlanan FPGA tabanlı Kwan TanSig AF ünitesinin *TanSig(z)* değerini taşıyan 32-bit IEEE 754-1985 kayan noktalı sayı standardına uygun *Dataout* çıkış sinyali ve

bu çıkış sinyalinin hazır olduğunu göstermek amacıyla kullanılan 1-bit *Ready* sinyali bulunmaktadır. FPGA tabanlı Kwan TanSig AF ünitesine *Clk* sinyali ve *Datain* veri giriş sinyali uygulandığı andan itibaren ünite 21 saat darbesi boyunca herhangi bir sonuç üretmeden çalışmaktadır. Bu durumda *Ready* sinyali değeri '0' olmaktadır. 21. saat darbesinde ise FPGA tabanlı Kwan TanSig AF ünitesi *Dataout* sinyali ilk sonucunu üretmektedir. Ünite ilk *Dataout* çıkış sinyalini ürettiğinde *Ready* sinyali '1' olmaktadır.



Şekil 2. FPGA-tabanlı Kwan AF blok şeması.

Şekil 3'te FPGA tabanlı Kwan TanSig AF tasarımı ikinci seviye blok şeması verilmiştir. Tasarımda karşılaştırma, demultiplexer, gecikme ve multiplexer birimleri kullanılmıştır.

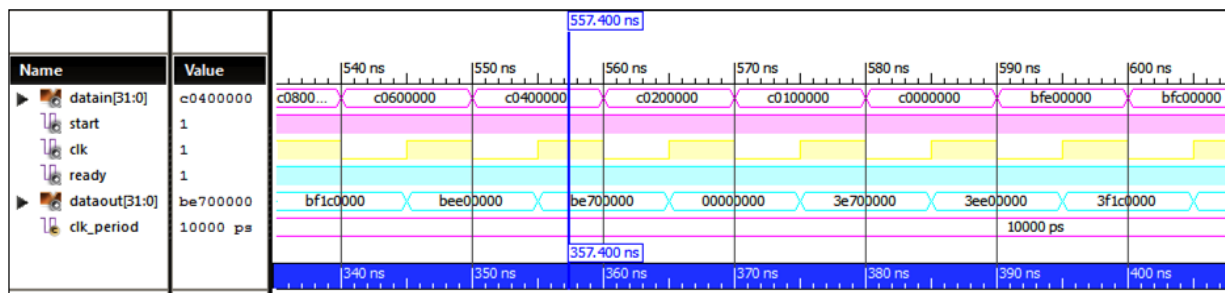


Şekil 3. FPGA-tabanlı Kwan AF ikinci seviye blok şeması.

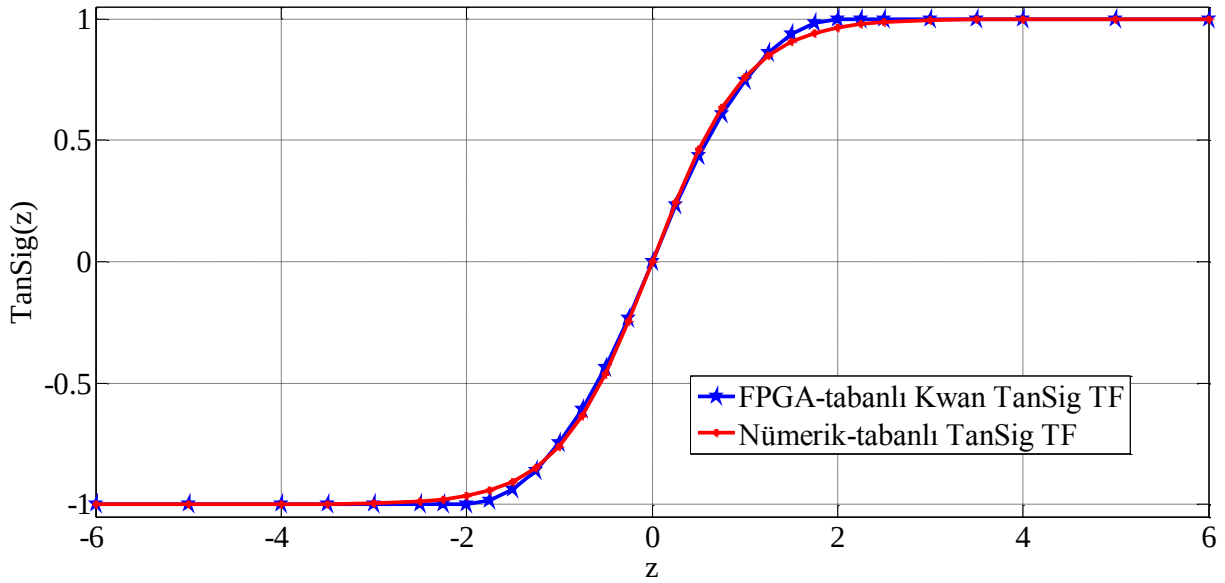
IV. FPGA TABANLI KWAN TANSİĞ AKTİVASYON FONKSİYONU TEST SONUÇLARI

Sunulan çalışmada, FPGA üzerinde tasarımı yapılan Kwan TanSig AF'unun örnek bir uygulamada test edilebilmesi amacıyla bir veri seti (-6.0, -5.0, -4.0, -3.5, -3.0, -2.5, -2.25, -2.0, -1.75, -1.5, -1.25, -1.0, -0.75, -0.5, -0.25, 0.0, 0.25, 0.5, 0.75, 1.0, 1.25, 1.5, 1.75, 2.0, 2.25, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 5.0, 6.0) oluşturulmuştur. Oluşturulan veri seti değerleri 32-bit IEEE 754-1985 kayan noktalı sayı standardına dönüştürülmüştür. Ardından Xilinx ISE Design Tools System simülatörü kullanılarak VHDL dilinde oluşturulan testbench dosyasına veriler atanarak simülasyon çalıştırılmıştır.

Xilinx ISE Design Tools System kullanılarak tasarlanan FPGA-tabanlı Kwan TanSig AF ünitesinden elde edilen simülasyon sonuçları Şekil 4'te verilmiştir. FPGA-tabanlı Kwan AF ilk sonuçlarını 21 saat darbesi sonunda üretmektedir. Bu saat darbesinden sonra tasarlanan ünite her saat darbesinde sonuç üretmeye devam etmektedir. Örnek veri seti kullanılarak yapılan FPGA tabanlı Kwan TanSig AF uygulamasından elde edilen 32-bit tek hassasiyetli IEEE 754-1985 kayan noktalı sayı standardındaki değerler onluk (decimal) sayı sistemine dönüştürülmüştür. Uygulamadan elde edilen değerler ile nümerik TanSig AF değerleri grafiği Şekil 5'te sunulmuştur.



Şekil 4. FPGA-tabanlı Kwan TanSig AF Xilinx ISE DTS simülasyon sonuçları.



Şekil 5. FPGA-tabanlı Kwan TanSig AF Xilinx ISE DTS test sonuçları.

FPGA çip kaynak kullanımı istatistikleri, sentezleme sürecinin ardından Place&Route işlemi yapılarak Tablo 1’de sunulmuştur. Sunulan FPGA-tabanlı Kwan TanSig AF ünitesinin minimum saat darbesi periyodu 2.516 ns’dir. Tasarım generic olarak tasarlanmıştır. Tablo 1’deki çip

kullanım sonuçları Xilinx-VIRTEX-6 ailesi XC6VCX75T-3FF784 FPGA çipi için elde verilmiş olup VIRTEX-6 ailesinin daha büyük bir çipi ile uygulama yapılacak olursa çip kullanım oranları düşecektir. Ayrıca VIRTEX-7 ailesinden bir FPGA çipi seçilecek olursa tasarımın çalışma frekansı artacaktır.

Tablo 1. FPGA-tabanlı Kwan AF kaynak kullanımı

FPGA Çipi	Slice Reg. Sayısı / %	LUTs Sayısı / %	Occupied Slices Sayısı / %	Bounded IOBs Sayısı / %	Maks. Çalışma Frekansı (MHz)
Virtex-6	1,580 / 1	1,736 / 3	530 / 4	67 / 18	397.456

V. SONUÇLAR

Bu çalışmada, YSA’nda çok kullanılan doğrusal olmayan aktivasyon fonksiyonlarından birisi olan TanSig aktivasyon fonksiyonu, literatürde sunulan Kwan yaklaşımı kullanılarak FPGA çiplerinde kullanılmak üzere donanımsal olarak modellenmiştir. Tasarımda 32-bit tek hassasiyetli IEEE-754-1985 kayan noktalı sayı formatı kullanılmış ve VHDL dili ile kodlanmıştır. Tasarlanan FPGA-tabanlı Kwan TanSig AF ünitesi Xilinx ISE 14.1 Project Navigator programı kullanılarak VIRTEX-6 FPGA çipi için sentezlenmiştir. Sentezleme işleminin ardından Place&Route işlemi yapılarak FPGA tabanlı Kwan TanSig AF ünitesi maksimum çalışma frekansı 397 MHz olarak elde edilmiştir. FPGA tabanlı Kwan TanSig AF ünitesi ilk sonucunu 21 saat darbesi sonucunda üretmektedir. Bu saat darbesinin ardından her saat darbesinde bir sonuç üretebilmektedir. Bu şekilde FPGA tabanlı Kwan TanSig AF ünitesi 1 s’de yaklaşık olarak 397 milyon sonuç üretebilmektedir. Sunulan bu çalışma ile Kwan-tabanlı TanSig aktivasyon fonksiyonunun FPGA-tabanlı gömülü YSA uygulamalarında kullanılabileceği gösterilmiştir. İleriki çalışmalarda FPGA üzerinde çalışmak üzere tasarlanan Kwan-tabanlı TanSig AF ünitesi kullanılarak YSA ile gömülü sistem uygulamaları gerçekleştirilebilir.

KAYNAKLAR

- [1] J. Yang, P. Zhang, and Y. Liu, “Robustness of classification ability of spiking neural networks”, *Nonlinear Dynamics*, vol. 82(1), pp. 723–730, 2015.
- [2] D. Avci, M. K. Leblebicioglu, M. Poyraz, and E. Dogantekin, “A new method based on adaptive discrete wavelet entropy energy and neural network classifier (ADWEENN) for recognition of urine cells from microscopic images independent of rotation and scaling”, *Journal Medical Systems*, vol. 38(2), pp. 1–9, 2014.
- [3] V. Paukštaitis, and A. Dosinas, “Pulsed neural networks for image processing”, *International Journal of Electronics and Electrical Engineering*, vol. 7, pp. 15–20, 2009.
- [4] I. Koyuncu, “Design and Implementation of High Speed Artificial Neural Network Based Sprott 94 S System on FPGA”, *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering*, vol. 4(2), pp. 33–39, 2016.
- [5] C. J. Lin, and H. M. Tsai, “FPGA implementation of a wavelet neural network with particle swarm optimization learning”, *Mathematical and Computer Modelling*, vol. 47, pp. 982–996, 2008.
- [6] Q. N. Le, and J. W. Jeon, “Neural-Network-Based Low-Speed-Damping Controller for Stepper Motor With an FPGA”, *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 57, pp. 9, 2010.
- [7] F. J. Lin, and Y. C. Hung, “FPGA-Based Elman Neural Network Control System for Linear Ultrasonic Motor”, *IEEE Transactions on*

- Ultrasonics, Ferroelectrics and Frequency Control, vol. 56(1), pp. 101–113, 2009.
- [8] H. Shen, J. Park, and Z. G. Wu, “Finite-time synchronization control for uncertain Markov jump neural networks with input constraints”, *Nonlinear Dynamics*, vol. 77(4), pp. 1709–1720, 2014.
- [9] S. Nath, S. D. Kotal, and P. K. Kundu, “Seasonal prediction of tropical cyclone activity over the north Indian Ocean using three artificial neural networks”, *Meteorology and Atmospheric Physics*, pp. 1–12, 2016.
- [10] R. Ahmed, M. El-Sayed, S. A. Gadsden, J. Tjong, and S. Habibi, “Automotive internal-combustion-engine fault detection and classification using artificial neural network techniques”, *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 64(1), pp. 21–33, 2015.
- [11] Y. Wang, P. Tang, H. An, Z. Liu, K. Wang, and Y. Zhou, “Optimization and Analysis of Parallel Back Propagation Neural Network on GPU Using CUDA”, In *International Conference on Neural Information Processing*, pp. 156–163, 2015.
- [12] R. Rieger, and S. Deng, “Double-Differential Recording and AGC Using Microcontrolled Variable Gain ASIC”, *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, vol. 99:1, 2012.
- [13] V. Lokazyuk, V. Cheshun, and V. Chornenkiy, “Testing of Microprocessor devices on the basis of artificial neural networks with changeable parameters”, *International Journal of Computing*, vol. 3, pp. 35–39, 2014.
- [14] N. Kim, M. Kehtarnavaz, B. Yeary, and S. Thornton, “DSP-Based Hierarchical Neural Network Modulation Signal Classification”, *IEEE Transactions on Neural Networks*, vol. 14:5, 2003.
- [15] İ. Şahin, and İ. Koyuncu, “Design and Implementation of Neural Networks Neurons with RadBas, LogSig, and TanSig Activation Functions on FPGA”, *Electronics and Electrical Engineering*, vol. 5:121, 2012.
- [16] M. Tuna, C. B. Fidan, S. Kocabey, and S. Görgülü, “Effective and reliable speed control of permanent magnet DC (PMDC) motor under variable loads”, *Journal of Electrical Engineering Technology*, vol. 10, pp. 2170–2178, 2015.
- [17] Z. Batık, S. Kaçar, Ü. Çavuşoğlu, A. Akgül, and A. Sevin, “A MATLAB and .NET based Windows Application for controller design using Genetic algorithm”, *Akademik Platform Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, vol. 2, pp. 24–34, 2014.
- [18] J. A. Belloch, A. Gonzalez, A. M. Vidal, and M. Cobos, “On the performance of multi-GPU-based expert systems for acoustic localization involving massive microphone arrays”, *Expert Systems with Applications*, vol. 42(13), pp. 5607–5620, 2015.
- [19] H. K. Kwan, “Simple sigmoid-like activation function suitable for digital hardware implementation”, *Electronics Letters*, vol. 28(15), pp. 1379–1380, 1992.

Trafik Gözetim Videolarında Araç Sınıflandırma Algoritmalarının Etkinliğinin Ölçülmesi

Measuring the Efficiencies of Vehicle Classification Algorithms on Traffic Surveillance Video

Seda Kul, Süleyman Eken, Ahmet Sayar

Bilgisayar Mühendisliği, Kocaeli Üniversitesi, Umuttepe Kampüsü, İzmit, 41380, Türkiye
seda.kul.06@gmail.com, {suleyman.eken, ahmet.sayar}@kocaeli.edu.tr

Özet— Trafik yönetim ve bilgi sistemlerinin trafik akışını düzgün bir şekilde sağlayabilmesi için çeşitli algılayıcılar yardımıyla trafik ile ilgili bilgileri elde etmesi gerekmektedir. Bu kapsamda, son yıllarda trafik gözlemi ve denetiminde video kameralarının kullanımı çok yaygınlaşmış ve aktif olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada, araç görüntülerinin sınıflandırması için bir trafik yönetim altyapısı önerilmiştir. Yapay sinir ağları, Adaboost ve destek vektör makineleri gibi sınıflandırıcıların etkinlikleri oluşturduğumuz trafik video görüntüleri üzerinde de test edilmiştir.

Anahtar Kelimeler—Araç sınıflandırma, konu tabanlı yayınlı/kaydol, akıllı trafik yönetimi, ikili imge bölge özellikleri

Abstract— Traffic management and information systems need to obtain information about traffic with various sensors to control the traffic flow properly. In this context, videos are very actively used in traffic surveillance and control in recent years. With the help of image processing based video surveillance system in traffic management systems, many studies are done. In this study, we propose a traffic management infrastructure for classification of vehicle imaginaries. The effectiveness of artificial neural networks, Adaboost, and support vector machines will be tested on data sets we create.

Keywords—Vehicle classification, topic based publish/subscribe, intelligent traffic management, binary image features

I. GİRİŞ

Son yıllarda akıllı trafik yönetimi [1][2]özellikle trafik gözlemi ve denetiminde video kameralarının kullanımı çok yaygınlaşmış ve aktif olarak kullanılmaktadır. Görüntü işleme tabanlı video izlemeye dayalı trafik sistemleri yardımıyla plaka tanıma [3], araç sayısı bulma [4], trafik yoğunluğu tespiti [5], araç hızı hesaplanması [6], şerit ihlalleri [7] ve araç sınıflandırma [8] gibi birçok çalışma yapılabilmektedir.

Araç sınıflandırma; otoyolları kullanan araç sınıflarının yüzdeleri elde etmek, asfalt kalınlığını belirlemek ve farklı özelliklere göre (büyüklük, renk vs.) video

görüntüleri içinde araç araması yapmak açısından önemlidir. Mevcut durumda bu bilgiler, video kameralarından yararlanılarak insan gözlem gücü ile elde edilmektedir. Araç sınıflandırmada otomatik bir sistemin kullanılması, insan operatörlerinin kullanımını ortadan kaldıracak ve buna bağlı maliyet azalacaktır.

Akıllı araç yönetim sistemlerinde, sisteme kayıtlı kullanıcılara istedikleri özelliklere sahip araçlara ait bilgi/görüntülerin gerçek zamanlı olarak aktarılması da son derece önemlidir. Örneğin bir kullanıcı sadece küçük sınıfa ait araçların (sedan gibi) görüntülerini almak isteyebilirken başka bir kullanıcı büyük sınıfa ait (kamyon gibi) araçların görüntüleri üzerinde çalışmak isteyebilir. Bu da ilgilenilen görüntüler üzerinde yapılan herhangi bir araştırma işlemini hızlandıracaktır.

Çalışma kapsamında araç görüntülerinin farklı sınıflandırıcılar ile araba, orta sınıf araç ve büyük sınıf araç olmak üzere üç sınıfa ayrılması ve bunların performans metriklerinin değerlendirilmesi üzerinde durulmuştur.

Gerçekleştirilen yaklaşımın alt yapı planlaması, trafik yönetimi ve trafik suçları ile mücadele gibi farklı alanlara fayda sağlayacağı göz ardı edilemez. Sistemin etkinliği diğer araştırmacılar tarafından oluşturulmuş veri setleri üzerinde test edildiği gibi kendi oluşturduğumuz video görüntüleri üzerinde de sınanmıştır.

Makalenin geri kalan kısmı şu şekilde organize edilmiştir. II. bölümde, araç sınıflandırma ile ilgili çalışmalara yer verilecektir. III. bölümde, araç görüntülerinin sınıflandırılması ile ilgili önerilen yaklaşımın alt adımları detaylıca açıklanacaktır. IV. bölümde kendi oluşturduğumuz veri seti üzerinde gerçekleştirilen sınıflandırma başarımları değerlendirilecektir. Son bölümde ise sonuçlara yer verilecek, gelecek çalışmalar sunulacaktır.

II. ARAÇ SINIFLANDIRMA LİTERATÜR TARAMASI

Son yıllarda akıllı ulaşım sistemleri ve akıllı trafik yönetim uygulamaları, çeşitli devlet kuruluşları veya özel

şirketler tarafından üzerinde titizlikle durulan konulardandır. Görüntü işleme yöntemleri de bu yazılım ve uygulamaları geliştirirken kullanılan temel algoritmalarındandır. Görüntü işleme temelli araç sınıflandırma sistemleri üzerinde literatürde birçok çalışma vardır. Bu çalışmada ise kent güvenlik sistemlerinden elde edilen trafik videolarından elde edilen görüntüler, içeriklerine göre ilgili konuya (büyüklük) bölütlenerek o konuya ait kanaldan yayımlanacaktır. O kanala kaydolan istemciler görüntünün sadece ilgili olan kısımlarını alacaklar. Bu şekilde ağ trafiği azalacak, görüntü işleme uygulamalarında ölçekleme ve performans problemlerine çözüm sunulmuş olacaktır.

Literatüre sınıflandırma ve nesne saptama üzerine araştırmacılar birçok çalışma kazandırmışlardır. Araç tespit ve kategorilendirmesi diğer konulara göre daha az işlenmiş bir konudur. Messelodi ve diğ. [9] araç tespiti için Kalman filtresi ve Gauss dağılımı tabanlı bir yaklaşım önermiş ve sistemlerinin performansını %92,5 doğruluk olarak vermişlerdir. Buch ve diğ. [10] ise üç boyutlu modele dayalı bir sınıflandırma gerçekleştirmişler ve %90,4 anısama, %87,9 hassasiyet ile sistemin performansını göstermişlerdir. Morris ve Trivedi [11], [12] Gauss tabanlı araç tespiti yapmışlar temel bileşen analizi ve doğrusal ayırtaç analizleriyle özellik vektöründe boyut indirgeme gerçekledikten sonra K-yakın komşu sınıflandırması ile de araçların sınıflarını tespit etmişlerdir. Gandhi ve Trivedi [13] de yönlü eğim histogramı özelliklerinin kullanıldığı araç içi bir sistem sunmuşlar, destek vektör makineleri ile sınıflandırılma yapmışlardır. Demet ve Gözde [14] ise otoyola ait herhangi bir bilgiye ve kamera parametre kalibrasyonuna ihtiyaç duymadan öğrenmeye dayalı bir sınıflandırma yöntemi sunmuşlardır. Önerilen yöntemi iki farklı video üzerinde test etmişler. İlk videoda sadece HOG özellikleri kullandıklarında %79.7 doğruluk, HOG ile beraber imge özellikleri kullandıklarında %80.6 doğruluk elde etmişlerdir. İkinci videoda ise sadece HOG özellikleri kullandıklarında %91.2 doğruluk, HOG ile beraber imge özellikleri kullandıklarında %96.4 doğruluk elde etmişlerdir. Ghada ise [15] yapmış olduğu çalışmada araç tipi sınıflandırmak için geometrik ve görünüm özelliklerini beraber kullanmıştır. Katmanlı bir sınıflandırma yapısı düşünülerek ilk katmanda araçlar küçük, orta ve büyük kategorisine ayrılmış, ikinci katmanda ise orta büyüklükteki araçlar kendi içinde tekrar sınıflandırılmıştır. Sınıflandırıcı olarak SVM seçilmiştir. Yapılan testler neticesinde ilk katmandaki sınıflandırma işleminin başarısı genişlik ve yükseklik özelliklerine göre (%96.7) ve sadece SIFT'e göre (%95.8) en yüksektir. İkinci katmandaki başarı ise yalnız SIFT (%89.6) kullanımında en yüksektir. Dong ve diğ. [16] araçların önden görünümünü yarı denetmenli yapay sinir ağı ile sınıflandırmışlardır. Yapay sinir ağı girdi olarak aldığı her bir görüntü için olasılıksal bir sonuç döndürmektedir. Gündüz çekilmiş görüntüler üzerinde %95.7, gece çekilmiş görüntüler üzerinde ise %88.8 sınıflandırma başarısı yakaladıklarını belirtmişlerdir. Literatürdeki çalışmalar ile karşılaştırıldığında önerilen yaklaşımda farklı özellikler

(SIFT, SURF, HOG, LBP) bir arada kullanılmış ve konu tabanlı olarak gerçek zamanlı sınıflandırılan görüntülerin istemcilere servis edilmesi sağlanmıştır. Her bir imge özelliğinin farklı sınıflandırma algoritmaları için doğruluk başarımları değerlendirilecektir.

III. ARAÇ GÖRÜNTÜLERİNİ SINIFLANDIRMA

Bu bölümde araçların küçük, orta ve büyük olarak sınıflandırılmasına dayalı mimarinin alt adımları verilecek olup IV. bölümde performans testleri üzerinde durulacaktır.

A. Ön plan ve Arka plan Çıkarımı

Araçın, görüntü üzerinden ayrılıp farklı bir nesne olarak belirlenmesi için BGS (background subtraction) kütüphanesinden faydalanılmıştır. Sınıflandırma aşaması için araca ait öznitelikler belirlenmiş ve veri setinde bulunan araçlar için çıkarılmıştır.

Arka plan tespiti, kamera tarafından kaydedilen görüntü dizisinden, hareketli nesnelerin arka plandan çıkarılmasıdır [17]. Bu görev için, Andrew Sobral'ın [18] BGS algoritması içeren açık kaynaklı kütüphanesi kullanılmıştır. Bu noktada amaç, algoritmaların birbirlerine karşı avantajlarını ve dezavantajlarını tespit ederek proje için uygun olan BGS algoritmasını seçmektir. Andrew Sobral'ın makalesinde yer alan her grup içerisinde en iyi olan beş algoritma değerlendirildi.

Gerçek zamanlı arka plan çıkarımı metodu seçimi için BMC 111 [19], Changedetection Highway ve Changedetection Low frame rate turnpike veri setleri [20] üzerinde en iyi beş algoritma denenmiş gerçek zamanlı sistemler için "Adaptive Background Learning" algoritması seçilmiştir [21].

B. Hareket Halindeki İmge Bölgesi Çıkarımı

Hareket halindeki araçların tespiti için ön plan-arka plan çıkarımı gerekmektedir. Bu amaçla Gauss dağılımlarının karışımı MOG yönteminden yararlanılmıştır [22]. Elde edilen ikili haldeki görüntülerdeki hareketli kısımları belirginleştirmek ve gürültüleri azaltmak için açma-kapama gibi morfolojik işlemlerle bağlı bileşen analizi yapılmıştır.

C. Özellik Vektörünün Oluşturulması

Sınıflandırma aşamasındaki özellik vektöründe kullanılmak üzere elde edilen imge bölgeleri için üç farklı kategoride (geometrik tabanlı, görünüm tabanlı ve ikili imge özellikleri) özellik çıkarılmıştır. Burada geometrik tabanlı özelliklerden kasıt; en, boy, yüksekliktir. Görünüm tabanlı özellikleri ise ölçek bağımsız özellikler (SIFT) [23] ve hızlandırılmış gürbüz özellikler (SURF) [24] özellikler oluşturmaktadır. İkili nesnelere ait özellikler ise imge alanı, en/boy ve bunların oranı, imgenin ana ve ikincil eksen uzunluklarından oluşmaktadır.

D. Sınıflandırma Algoritmaları

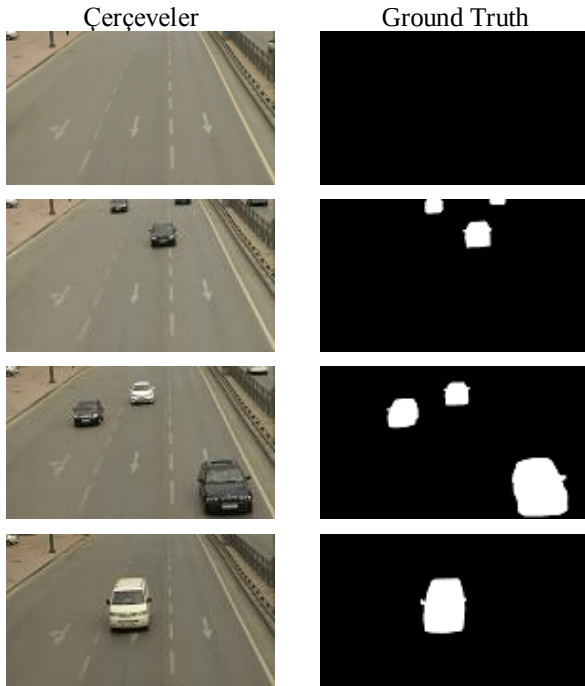
Bir önceki adımda oluşturulan özellik vektörleri sınıflandırma yöntemlerine girdi olacaktır. Sınıflandırma aşamasında öğrenmeye dayalı sınıflandırma metodu olan lineer destek vektör makineleri, yapay sinir ağları ve AdaBoost kullanılmıştır. Sonuç olarak hareketli araç görüntüleri küçük sınıf (araba gibi), orta sınıf araç (kamyonet gibi) ve büyük sınıf araç (kamyon) gibi sınıflandırılmıştır. Sınıflandırma için veri setinin bir kısmı (%75 gibi) eğitim için geri kalan kısım da test işlemi için kullanılmıştır. Sınıflandırma başarısı; doğruluk (accuracy), anısama (recall), ve hassasiyet (precision) parametrelerine göre takip eden bölümde değerlendirilmiştir.

IV. PERFORMANS TESTLERİ

Bu bölümde oluşturduğumuz veri seti hakkında bilgi verilecektir. Daha sonra bu veri seti üzerinde gerçekleştirilen araç sınıflandırma performans testleri üzerinde durulacaktır.

A. Veri seti Tanıtımı

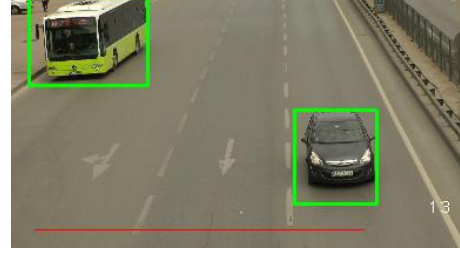
Proje kapsamında, kendi veri setimizi ve ground truth görüntülerimizi oluşturmak adına çekim gerçekleştirildi. Çekim sonunda 1920 x 1080 boyutunda 3071 çerçeve elde edildi, çerçevelerin ground truth görüntüleri oluşturuldu. Şekil 1'de elde edilen veri seti ve bunlara ait ground truth görüntüler verilmiştir. Veri seti (<http://ipcv.kocaeli.edu.tr/wp/>) web sayfasında akademik çalışmalar için herkes tarafından erişilebilir hale getirilecektir.



Şekil 1. Oluşturulan veri setinden bir kesit

Araçların sınıflandırılmasında kullanılacak görüntülerden öznelitekt vektörü elde edildi. Vektör elde

edim aşamasında görüntünün en uzak kenarında bulunan büyük sınıflı aracın küçük sınıflı araç ile karıştırılmaması için, referans çizgisine bağlı araçlar seçildi. Veri seti 3071 görüntüden oluşmaktadır fakat referans çizgisine bağlı veri seti 185 görüntüye sahiptir.



Şekil 2. Referans çizgisi gösterimi

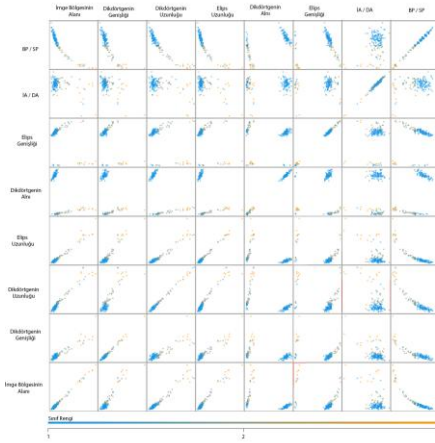
Veri setinde toplamda 176 olmak üzere 124 küçük sınıf, 42 orta sınıf ve 8 büyük sınıf araç mevcuttur (Tablo 1'e bakınız.).

Tablo 1. Araç tipine göre dağılım

Araç Tipi	Sayısı
Otomobil	122
Otobüs	3
Minibüs	13
Hafif Ticari	22
Kamyonet	4
Tır	8
Motor	2

B. Sınıflandırma

Sınıflandırma aşamasında, görüntüler üzerinden araçların özellikleri elde edilmiştir. Toplamda 8 özellik araçların sınıflandırılması için kullanılmıştır. Özelliklerin ikili olarak sınıflar üzerindeki dağılımı Şekil 3'te verilmiştir.



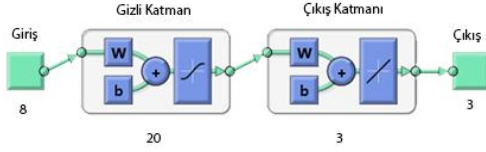
Şekil 3. Özelliklerin dağılımı

*BP / SP = Beyaz Piksel Sayısı / Siyah Piksel Sayısı

*İA / DA = İmge Bölgesi Alanı / Dikdörtgen Bölgesi Alanı

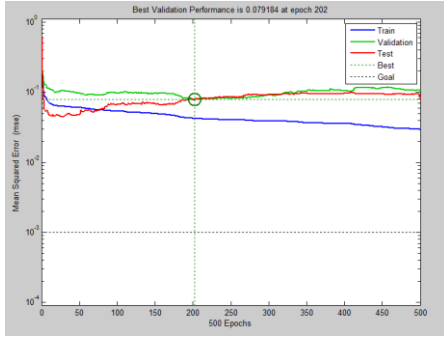
1) Yapay Sinir Ağları

Yapay sinir ağları, biyolojik nöronlardan esinlenerek geliştirilmiş öğrenme modelidir. Nöron temel yapıtaşını oluşturur. Bu çalışmada YSA modelinin, 8 girişi (özellik) ve 3 çıkışı (3 sınıf) bulunmaktadır (Şekil 4'e bakınız).



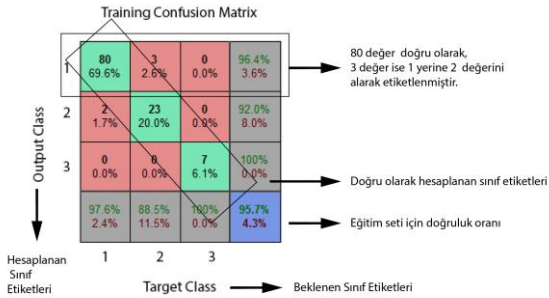
Şekil 4. Yapay sinir ağı modeli

Eğitim aşamasında yapay sinir ağı en iyi sonucu 202 epoch da elde etmiştir. Ortalama karesel hata (mse), 0.079184 elde edilmiştir.



Şekil 4. Ortalama karesel hata

Eğitim aşamasında %95.7'lik doğruluk oranı ile, geçerleme (validation) aşamasında %83.3 doğruluk ile ve test aşamasında %87.5 doğruluk ile çalışmıştır.



Şekil 5. Karışıklık matrisi

2) Destek Vektör Makineleri (Support Vector Machines)

DVM, yapısal risk en küçükleme prensibine göre çalışan dış bükey optimizasyona dayalı bir makine öğrenmesi modelidir. Söz konusu yöntem veriye ilişkin herhangi bir ön bilgiye ihtiyaç duymadığı için dağılımdan bağımsız bir yöntemdir. DVM'e ait hassasiyet ve anımsama değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Precision ve Recall Değerleri

Sınıflar	Hassasiyet	Çağrışım
Küçük Sınıf	80.7	97.4
Orta Sınıf	82.4	40
Büyük Sınıf	100	50

SVM, %81.6 doğruluk ile sınıflandırma yapmaktadır.

3) AdaBoost Algoritması

AdaBoost algoritması, eğitim veri seti üzerinden dağılıma bağlı olarak düşük hatalı hipotez üretmeye çalışmaktadır. Tablo 3'te Adaboost'a ait karışıklık matrisi verilmiştir.

Tablo 3. AdaBoost karışıklık matrisi

		Tahmin Edilen Durum		
		Sınıf 1	Sınıf 2	Sınıf 3
Gerçek Durum	Sınıf 1	30	4	0
	Sınıf 2	2	9	0
	Sınıf 3	1	0	2

Sınıflandırıcı, %85.416 doğruluk ile sınıflandırma yapmaktadır.

V. SONUÇ VE GELECEK ÇALIŞMALAR

Geliştirilen araç büyüklük (küçük, orta ve büyük) sınıflandırma alt yapısının aşağıdaki faydaları sağlaması beklenmektedir:

- Kritik ve stratejik kararları zamanında ve doğru almasına imkân sağlanacaktır.
- Video görüntüleri üzerinden nesne tanımayaya dayalı ölçeklenebilir dağıtık bir mimari altyapısının geliştirilmesi sağlanacaktır.
- Önerilen sistem ile manuel olarak işlem yapan operatörlerin etkinliği azaltılacak ve gerçek zamanlı videolardan nesne tanımda daha doğru sonuçlar elde edilmesi sağlanacaktır. Operatör tüm gün boyu kamera görüntüsünü takip etme zorunda kalmayacak, sistemde ilgili olduğu araç ya da nesne ekrana düştüğünde uyarılarak operatörün dikkat problemlerini ortadan kaldırarak daha az yorulmasına neden olacaktır. İlgili olan kısmi görüntü operatöre gerçeğe yakın zamanda sunulacaktır.
- Son kullanıcılar farkı özelliklere göre (sınıf-büyüklük) arama kriteri belirleyebilecek ve belirli konulara kaydolmuş kullanıcılara gelen görüntüler üzerinde daha az arama uzayında arama ve işlem yapmak zaman tasarrufu sağlayacaktır.

İleride son kullanıcıların farkı özelliklere göre (renk, sınıf-büyüklük, hız) arama kriterlerini belirleyebilmesi (hiyerarşik konu olarak) ve belirli konulara (topic based pub/sub model) kaydolmuş kullanıcılara gelen görüntüler

üzerinde daha az arama uzayında arama ve işlem yapması sağlanması üzerinde durulacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma, 2016/004 kodlu proje kapsamında Kocaeli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (BAP) tarafından desteklenmektedir. Desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

REFERENCES

- [1] S. Eken, A. Sayar, "Designing a Web Based Smart Bus Stop System," *Selcuk University Journal of the Engineering Science and Technology*, 2(1), 57-64, 2014.
- [2] S. Eken, A. Sayar, "A Smart Bus Tracking System Based on Location-Aware Services and QR Codes," *IEEE International Symposium on INnovations in Intelligent SysTems and Applications*, 299-303, 2014.
- [3] C. Gou, K. Wang, Y. Yao, Z. Li, "Vehicle License Plate Recognition Based on Extremal Regions and Restricted Boltzmann Machines," *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 17(4): 1096-1107, 2016.
- [4] N. Miller, M. A. Thomas, J. A. Eichel, A. Mishra, "A Hidden Markov Model for Vehicle Detection and Counting," *IEEE 12th Conference on Computer and Robot Vision* 269 – 276, 2015.
- [5] B. Dhivyabharathi, S. Fulari, R. Amrutsamanvar, L. Vanajakshi, S. C. Subramanian, M. Panda, "Performance Comparison of Filtering Techniques for Real Time Traffic Density Estimation under Indian Urban Traffic Scenario," *IEEE 18th International Conference on Intelligent Transportation Systems*, pp. 1442-1447, 2015.
- [6] H. Im, B. Hong, S. Jeon, J. Hong, "Bigdata analytics on CCTV images for collecting traffic information," *2016 International Conference on Big Data and Smart Computing*, pp. 525-528, 2016.
- [7] R. Marikhu, J. Moonrinta, M. Ekpanyapong, M. Dailey, S. Siddhichai, "Police Eyes: Real world automated detection of traffic violations," *10th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology*, pp. 1-6, 2013.
- [8] H.C. Karaimer, I. Cinaroglu, Y. Bastanlar, "Combining Shape-Based and Gradient-Based Classifiers for Vehicle Classification," *IEEE 18th International Conference on Intelligent Transportation Systems*, pp. 800-805, 2015.
- [9] S. Messelodi, C.M. Modena, M. Zanin, "A computer vision system for the detection and classification of vehicles at urban road intersections", *Pattern Analysis & Applications*, 8(1-2):17-31, 2005.
- [10] N. Buch, J. Orwell, S.A. Velastin, "Detection and classification of vehicles for urban traffic scenes", *5th International Conference on Visual Information Engineering*, pp.182-187, 2008.
- [11] B. Morris, M. Trivedi, "Robust classification and tracking of vehicles in traffic video streams", In *Intelligent Transportation Systems Conference. ITSC '06. IEEE*, pp.1078-1083, 2006.
- [12] B. Morris, M. Trivedi, "Improved vehicle classification in long traffic video by cooperating tracker and classifier modules", In *AVSS '06: Proceedings of the IEEE International Conference on Video and Signal Based Surveillance*, page 9, Washington, DC, USA. *IEEE Computer Society*, 2006.
- [13] T. Gandhi, M.M. Trivedi, "Video based surround vehicle detection, classification and logging from moving platforms: Issues and approaches", In *Intelligent Vehicles Symposium*, pp. 1067-1071, 2007.
- [14] D. Demet, B.A. Gözde, "Hareket Halindeki Araçların Sınıflandırılması", *21st Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*, pp. 1-4, 2013.
- [15] S.M. Ghada, "Vehicle Type Classification with Geometric and Appearance Attributes", *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Civil, Structural, Construction and Architectural Engineering* 8(3): 273-278, 2014.
- [16] Z. Dong, Y. Wu, M. Pei, Y. Jia, "Vehicle Type Classification Using Semi-Supervised Convolutional Neural Network", *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 16(4): 2247 – 2256, 2015.
- [17] S. Kul, S. Eken, A. Sayar, "Video Gözetleme Sistemlerinde Terk Edilmiş Nesne Saptamak için Servis Odaklı Uyarı Sistemi," *23rd Signal Processing and Communications Applications Conference*, 911-914, 2015.
- [18] A. Sobral, A. Vacavant "A comprehensive review of background subtraction algorithms evaluated with synthetic and real videos," *ComputerVision and Image Understanding ELSEVIER*, vol. 122, pp. 4–21, May 2014.
- [19] BMC veri seti, http://bmc.iut-auvergne.com/?page_id=24
- [20] Changedetection veri setleri, <http://changedetection.net/>
- [21] S. Kul, S. Eken, A. Sayar, "Evaluation of Real-time Performance for BGSLibrary Algorithms: A Case Study on Traffic Surveillance Video," *IEEE 6th International Conference on IT Convergence and Security*, 2016.
- [22] Z. Zivkovic, "Improved Adaptive Gaussian Mixture Model for Background Subtraction", *Proceedings of the 17th International Conference on (ICPR'04)*, pp. 28-31, 2004.
- [23] D.G. Lowe, "Distinctive image features from scale-invariant keypoints," *International journal of computer vision*, 60, 91-110, 2004.
- [24] H. Bay, T. Tuytelaars, L. Van Gool, "Surf: Speeded up robust features", *ECCV*, Springer, 404-417, 2006.

İÇERİK TABANLI GÖRÜNTÜ ERİŞİMİNDE DERİN ÖĞRENME YÖNTEMLERİNİN KULLANIMI

Vedat TÜMEN

Tunceli Meslek Yüksekokulu
Bilgisayar Programcılığı Bölümü
Tunceli Üniversitesi, TUNCELİ
vtumen@tunceli.edu.tr

Burhan ERGEN

Mühendislik Fakültesi
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
Fırat Üniversitesi ELAZIĞ,
bergen@firat.edu.tr

Özet - Son yıllarda büyük oranda veritabanlarının kullanımı, iletişim teknolojilerinin artması, çoklu ortam teknolojilerinin hızlı bir şekilde hayatımıza girmesi ve mobil teknolojilerinin sıkça kullanılması ile içerik tabanlı görüntü erişimi önemli bir araştırma konusu haline gelmiştir. Görüntü erişimi için geliştirilen birçok yöntem bulunmaktadır. Bunlardan biride derin öğrenme yöntemleridir. Yapay zekâ konularından olan derin öğrenme yöntemleri son zamanlarda hızla gelişen ve birçok alanda kullanılan akıllı sistemler olarak karşımıza çıkmıştır. İçerik tabanlı görüntü çıkarımı ile birlikte kullanılan derin öğrenme yöntemleri, nesne tespit etme, sorgulama, indeksleme, kenar çıkarımı, sahne tespiti gibi birçok alanda çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmada içerik tabanlı görüntü erişim yöntemleri ile birlikte uygulanan derin öğrenme yöntemleri ve bu alanda uluslararası kamuya açık olarak kullanılan veritabanları hakkında bilgi verilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Görüntü İşleme, Derin Öğrenme

Abstract- Content-based image retrieval has become an important research topic with largely databases use in recent years, the increase in communication technology, rapid into our lives multimedia technology and frequent use of mobile technology. There are several methods developed for image access. One of them are in deep learning. Deep learning methods of artificial intelligence topics that has emerged as intelligent systems used in many areas and rapidly evolving recently. Deep learning methods used in conjunction with a content-based image extraction, object detection, querying, indexing, edge extraction such as scene detection are working in many areas. In this study, deep learning methods applied with content-based image access methods and provide information about the databases used in public international in this area.

Keywords: Image processing, Deep Learning

I. GİRİŞ

Sayısal video verilerinin miktarında büyük ve hızlı artışlar olmasına rağmen bu videoların işlenmesi ve anlamlandırılması için sınıflandırma teknikler yetersiz kalmaktadır. Genel olarak

kabul görmüş bir görüntü çıkarma ve indeksleme tekniği halen iyi tanımlanmamış ya da bulunmamaktadır. Görüntü arama sistemlerinin çoğu mevcut meta verileri ya da anahtar kelimeler ile çalışmaktadır. Bunların çoğu tam olarak aramak istediğimiz görüntüyü vermeyebilir ki çoğunlukla öylede olmaktadır. Bilgi erişimi “bilgi biriktirme, sınıflama, kümeleme, depolama, büyük miktardaki verilerden arama yapma ve bu verilerden istenen bilgiyi çıkarma veya gösterme teknikleri ve süreci” olarak ifade edilebilir [1].

Bu tüm süreçlerin doğru bir şekilde işleyebilmesi için kümeleme ve sınıflama teknikleri yapılmakta, arama motorları ve arama robotları tasarlanmaktadır.

Görüntü veri tabanlarının büyümesi ve yaygınlaşması ile birlikte istenen görüntüye ulaşma alanında birçok çalışma bulunmaktadır. İçerik tabanlı görüntü erişimi ile birlikte pek çok yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden başarımı yüksek ve yaygın olarak kullanılan yapay zekâ yöntemlerinden biri olan derin öğrenme (deep learning) yöntemleridir. Derin öğrenme, yapay zekâ ve makinelerin günümüzü algılama, anlamlandırma ve kararlar çıkarmaya yönelik en popüler yaklaşımdır. Günümüz de çoğunlukla anlamlandırma ile ilgili durumlara yönelmiş ve bu alanlarda birçok başarı kazanmıştır. Günümüzde, birçok önde gelen araştırma kuruluşlarının yanı sıra dünyanın en büyük internet şirketlerinin derin öğrenme yöntemlerini kullanmaktadır.

Görüntü erişimi ile ilgili yapılan çalışmalar genelde uluslararası kamuya açık büyük veri tabanlarında olmaktadır. Bu veritabanları belli zaman aralıkları ile güncellenmekte ve sürekli yeni hareketli görüntü ve imgeler eklenmektedir. Bunlardan en çok kullanılan ve aktif olarak güncellenen video veritabanları TREC Video Retrieval Evaluation (TRECVID), imgeler için ise IBM QBIC, ImageNet, sistemleri bulunmaktadır.

II. İÇERİK TABANLI GÖRÜNTÜ ERİŞİMİ

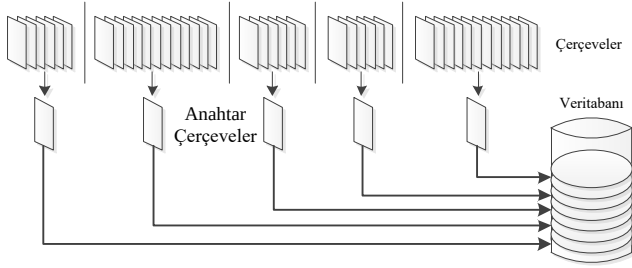
Teknolojik ilerlemeler, büyük kapasiteli veritabanları-sabit disklerin artması sonucu ile hemen hemen tüm videolar sayısal formda elektronik ortamda kaydedilerek kullanılmaktadır.

Bu verilerdeki artış nedeni ile hızlı erişim gereksinimi ortaya çıkmıştır. Örneğin güvenlik videolarının tutulduğu bir

veritabanı ortamında bir olaya, bir nesne ya da bir araca ait görüntülerin olup olmadığı, haber arşivleri içerisindeki bir haberin sorgulanması gerekebilir. Görüntülerin anahtar kelimeler ile arşivlenmesi, metin arama tekniklerinin sayısal video işlemede kullanılamayacağı gibi resim karşılaştırma tekniklerinin kullanılması gerektirdiği işlem yükü nedeniyle uygun olmamakta ve anlamsal arama gereksinimlerini karşılamamaktadır [2]. Bu nedenlerden dolayı video erişim için özel teknikler kullanılmalıdır.

Geliştirilen yöntemler genelde düşük düzey özellikleri çıkarılan görsel bilgi içeriğinde benzer özelliklere sahip içerikleri belirlemek için kullanılır. Algoritmalar genelde hareketli görüntünün tümünde arama yapmak hareketli görüntünün önceden işlenmesiyle elde edilen bölütlerden ve uygun bulunan sonuçların referans ettiği video parçasına erişmeyi sağlamaktadır [3].

Bir videoda tüm sahnelerin ve çerçevelerin her defasında aranan sorgulamanın sayısal görüntü için taranması büyük bir zaman kaybı ve işlem güçlüğüne sebep olur. Bu nedenle video içinde arama yapmak ve istenen bir görüntüye ulaşmayı çalışmak için Şekilde 1'deki gibi videonun indeksini çıkarmak ve özel bir veritabanında saklamak gerekmektedir.



Şekil 1. Anahtar çerçevelerin veritabanına kayıt süreci

Video veritabanına eklenen her video, sayısal forma dönüştürüldükten sonra içerik tabanlı görüntü işleme teknikleri ile bölümlendirme, sahneleme, çerçeveye çevirme ve son anahtar çerçeve çıkarma işlemlerinden geçirildikten sonra belirlenen algoritmalar ile optimum en temsil edilen indeks elde edilerek saklanmalıdır. Daha sonra herhangi bir görüntü arandığında, öge indeks veritabanında hızlı bir şekilde taranır ve bu işlem sonucunda eşleşme bulunursa referans ettiği video parçası tespit edilmektedir.

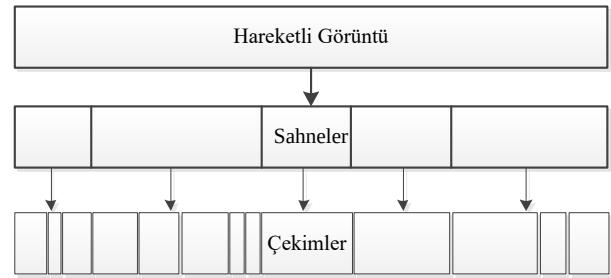
Görüntü işlemede en önemli adım ilk aşama olan video bölütlemesidir. Anlamsal olarak birbiri ile ilgili sahnelerin tam olarak ayrılma yerinden bölünmüş olması gerekmektedir. Aksi halde yanlış indekslemeye ve doğru sonucun çıkmamasına sebep olabilir. Görüntü işleme üzerinde yapılan çalışmalar incelendiğinde; bir video karesindeki anlamsal olarak oluşan değişimlerin tespit edildiği noktalar baz alınarak video bölümlendirme yapılmaktadır.

Bölümleme işlemi genelde kademeli ve ani olarak iki farklı biçimde değerlendirilmektedir. Görüntü işlemede ani bölüm geçişleri önceki kamera kaydının durması ve hemen ardından farklı bir görüntü için yeniden kayda başlaması ile oluşmaktadır [4]. Kademeli bölüm geçişleri ise aynı kameranın bir bölümden farklı bir bölüme geçerken kaydı kesme yerine yumuşak bir geçişle yapmasıdır. Ani geçiş arka

arkaya gelen çerçevelerin piksel temelli toplam mutlak farkının önceden belirlenmiş bir eşikle karşılaştırılması ile ani sahne geçişlerine karar verilebilmektedir [5]. Bazı görüntülerdeki ışık parlaklığı bölümlenmede sorunlara sebep olmaktadır. Bunun için görüntülerin farklı yöntemlere göre önceden farklı dalgacık dönüşümleri ile parlaklık ayarlamaların yapılması gerekmektedir.

A. Hareketli Görüntü Bölütleme

Görüntü işleminin ilk adımı olarak değerlendirilen bu aşamada görüntü bölütleme, görüntü işleminin gösterim ve tanımlama aşamaları ile görüntüyü hazırlama işlemidir. Bu anlamda görüntü bölütleme, bir görüntüyü her biri içerisinde farklı özelliklerin tutulduğu anlamlı bölgelere ayırmak olarak değerlendirilebilir. Bu nitelikler, görüntü içerisindeki benzer parlaklıklar olabilir ve bu parlaklıklar ilgili görüntünün farklı bölgelerindeki nesneleri temsil edebilir. Görüntü içerisinde aynı parlaklıklara sahip nesne parçacıklarının belirlenmesi, sınıflandırma ve tanımlama amacı için kullanılabilir. Tüm görüntülere uygulanabilecek genel bir bölütleme yöntemi yoktur [6]. Şekil 2'de gösterildiği gibi bir video görüntüsünün sahnelere bölünmesi ve ardından sahnelerin değerlerine göre çekim alanlarına bölünmesi ile istenen veriye erişim oldukça hızlı olur. Bölümleme işlemi ayrık fourier dönüşümü (DFT), ayrık kosinüs dönüşümü (DCT) gibi dönüşüm fonksiyonları kullanılarak ayrıt imgeler elde edilebilir.



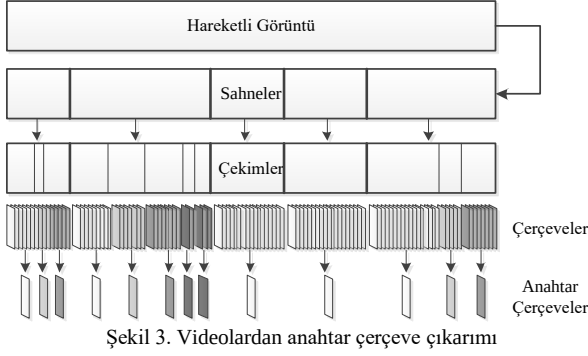
Şekil 2. Video bölütleme aşamaları

Sahne değişimlerini bulabilmek için elde edilecek sahnenin ortalama imgeleri ve ayrıt imgelerden öznelitler çıkartıldıktan sonra genellikle kümeleme ve ya sınıflama algoritmaları kullanılmaktadır. Sahnelerin ayrılması farklı şekilde de olabilir. Sahnelerdeki hareketlerin yoğunluk farklılıkları (az, orta, çok, aşırı çok), sahnelerin süresi (çok kısa, kısa, orta, uzun, çok uzun) Kamera yakınlığı (çok yakın, orta, uzak, çok uzak) gibi. Bu işlemlerin ardından sahne sınırları bulunur ve daha sonra her sahneyi ifade edecek 0.1 saniye ile 1 saniye aralıklı anahtar çerçeveler çıkarılabilir [7]. Ölçek-bağımsız öznelit dönüşümü (SIFT) tanımlayıcısı kullanılarak yerel tanımlayıcılar elde edilir [8].

B. Anahtar Çerçeve Belirleme

Anahtar çerçeve sahne içindeki çerçeveleri iyi temsil eden çerçeve olarak belirlenir. Arka arkaya gelen çerçeveler arasındaki uzunluk belirli bir eşik değerini aşıyorsa bu çerçeveler de başlangıç veya bitiş çerçeveleridir. Anahtar

çerçeve iki metot ile belirlenir. Birincisi renk histogramlarına bakılarak belirgin fark aranır. Diğer metot ise korelasyondur. Bu metotta çerçeveler önce bloklara bölünür. i . çerçevenin j . bloğu ile $i+1$. çerçevenin j . bloğu arasındaki korelasyon hesaplanır. Tüm bloklar için bu işlem yapılır ve ortalama değeri bulunur. Eğer ortalaması belirli bir eşik değerinden küçükse ki bu az ilişkiyi/farklılığı gösterir burada bir çekim sınırı vardır denir. Ardından bu çekim alanlarında şekil 3'de görüldüğü gibi çerçeveler elde edilir ve nihayetinde bu işlemler ile anahtar çerçeveye ulaşılır.



Şekil 3. Videolardan anahtar çerçeve çıkartımı

III. DERİN ÖĞRENME

Derin Öğrenme (Deep Learning), bilgi ve sinyallerin işlenerek verilerden anlamlı, tutarlı özneliliklerinin çıkarılmasını sağlamaya yarar. Yapay Zeka, Bilgisayarlı Görü ve Makine Öğrenme alanlarında birçok yöntem geliştirilmiştir [9-11]. Günümüzde de makine öğrenmesinde ve görüntü tanıma alanları gibi yapay zeka alanında çokça kullanılan bir yöntem haline gelmiştir. Derin Öğrenme yöntemleri görüntü, ses, sinyal ve metinsel verileri kullanarak sınıflandırma, nesne tanıma, ses tanıma ya da dil çevirileri gibi önemli görevleri başarılı bir şekilde yerine getirmeye çalışırlar. Makine öğrenmesi tekniklerinden biri olan derin öğrenme çok katmanlı bir yapay sinir ağı modeli olarak ta tanımlanabilir [12].

Derin öğrenmeye ihtiyaç duymamızın sebeplerinin başında yapay sinir ağlarının tek başına bazı problemleri çözememesi veya geç cevap vermesidir. Verilerin büyümesine paralel olarak gelişen teknoloji sayesinde işlemcilerde ki özellikle grafik tabanlı işlemcilerin gücünün artması ile istenen veriye daha hızlı ulaşma imkânı sağlamıştır. Bu imkânı kullanmak için derin öğrenme yaklaşımları kullanılarak büyük verilerden hızlı ve istenen bilgilere ulaşmamızın önü açılmıştır.

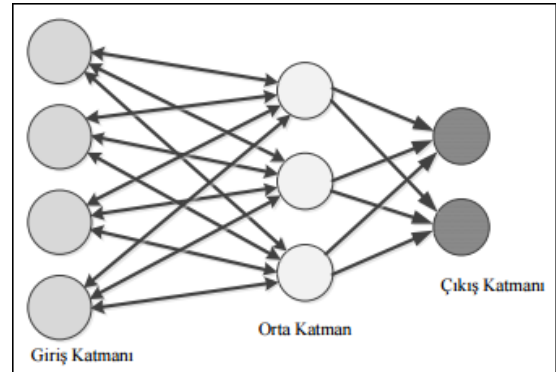
Derin öğrenme mimarisi giriş olarak verilen bir sayısal materyalin ilk aşamada çizgi, kenarlar, renk, doku gibi ana hatlarını analiz eder. Bu işlemden sonra ortaya çıkan sonuçları kombine ederek nesne modelleme yapar. Derin öğrenme mimarisi, birçok katman ve gizli değişkenlerden meydana gelen yapay sinir ağları kökenli modellerden oluşmaktadır. Derin öğrenmeyi biraz daha somut hale getirmek istersek; insan beynindeki görme sistemini örnek verebiliriz. Gözlerden sinirler vasıtasıyla gelen sinyaller birkaç katmanlı hiyerarşik bir yapıda değerlendirilir. Sinyalin gözden sonra ilk uğradığı

merkezde kenarlar, köşeler gibi görüntünün daha lokal ve temel özellikleri tanınır. Daha sonraki katmanlarda bu kenar ve köşeler bir araya getirilerek ağız burun gibi şekilleri, daha sonraki katmanlarda yüzleri, daha sonraki katmanlarda ise sahnedeki kişi ve nesnelerin yerleşimi gibi görüntünün bütününe ait olan özellikleri tanınabilir.

Derin öğrenmede en sık kullanılan algoritmalar, Derin Yapay Sinir Ağları, Otomatik Kodlayıcılar ve Boltzmann Makineleridir. Verilerin sınıf veya kümeler ayrılmasında genelde yapay sinir ağları algoritması, convolution algoritması, Otomatik Kodlayıcılar ve Boltzmann Makineleri kullanılmaktadır [12].

A. Yapay sinir ağları

Yapay sinir ağları biyolojik olarak insan beyninden esinlenilmiş ve beynin fizyolojisi taklit edilmiştir. Nöronlardan oluşan insan sinir sisteminin her biri diğeriyle bağlantılı olup bu bağlantıların ağırlıkları bulunmaktadır [13]. Karmaşık ve belirsiz veriden bilgi üretirler. Bu tür karmaşık problemlerde birbirleriyle etkileşimli yüzlerce değişken bulunur. Bu teknik, veritabanındaki örüntüleri, sınıflandırma ve tahminde kullanılmak üzere geliştirir. Yapay sinir ağları öncelikle sonuçları bilinen belirli bir veri kümesi üzerinde eğitilir. Bu eğitim neticesinde yapay sinir ağındaki ağırlıklar belirlenir. Bu ağırlıklar kullanılarak yeni gelen veriler işlenir ve bir sonuç üretilir. Şekil 4'te, basit bir yapay sinir ağı modeli gösterilmiştir.



Şekil 4. Bir yapay sinir ağı modeli

Yapay sinir ağlarının çok katmanlı, radial tabanlı gibi çok sayıda algoritması mevcuttur. Algoritmaları temelde şekil 4'deki gibi giriş katmanı, orta-gizli katman ve çıkış katmanlarından oluşmaktadır. Bu katmanlardan gizli katmanlar dizisi birden fazladan olabilir.

Giriş katmanları X_1^n ve bunların her birinin ağırlıkları W_1^n olmak üzere gizli katmana ulaşan değer denklem 1'e göre hesaplanmaktadır. YSA da fonksiyon olarak çoğunlukla sigmoid veya hiberbolik tanjant fonksiyonu kullanılmaktadır.

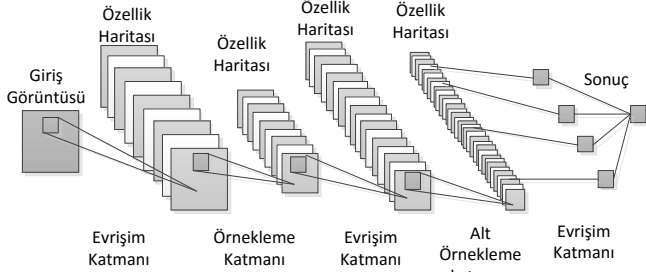
$$h_{wb}(X) = f(\sum_{i=1}^n W_i X_i + b) \quad (1)$$

Burada h_{wb} katmanlara gelen giriş değerlerini, X_i nöronları, W_i nöronların ağırlıklarını temsil eder. Her aktivasyon değeri bir sonraki katmanda yer alan nöronların

girdisini teşkil eder. Algoritma geriye yayılım algoritması kullanılarak gerçekleştirilir.

B. Evrişimsel Sinir Ağları

Evrişimsel sinir ağları eğitilebilir çok katmanlı bir ağ yapısıdır [14]. Evrişimsel sinir ağları algoritması şekil 5'te görüldüğü gibi eğitilebilen evrişim katmanı, havuzlama katmanı ve tam-bağlantılı katman olmak üzere üç temel katmandan oluşmaktadır.



Şekil 5. Evrişimsel Ağ Yapısı

ConvNet'lerde filtre bankasından elde edilen sonuçlar sigmoid fonksiyonu gibi doğrusal olmayan fonksiyonlar ile işleme sokularak yüksek seviyede özneliklerin elde edilmesi sağlanmaktadır [12]. Havuzlama katmanında elde edilen her öznelik haritası ayrı ayrı ele alınmaktadır. Her bir harita komşu değerlerin ortalaması veya maksimum değerinin elde edilmesini, elde edilecek değer ile haritanın temsili ve aynı zamanda boyutsal anlamda küçültülmesini sağlamaktadır.

C. Boltzmann Makineleri

Boltzmann Makineleri, giriş katmanı olan veri katmanı ile gizli katman arasındaki ve katmanların kendi içindeki birimlerin modellenmesinde kullanılmaktadır. Katmanlardan birinde bulunan bir birimin alacağı değer, bu birime bağlı olan diğer birimlerin değerlerine bağlı olarak hesaplanır. Verinin modellenmesinden sonra veriye uygun örneklemeler üretme yeteneğine sahip olması büyük bir avantaj sağlamaktadır. Boltzmann Makinelerinde gizli katmanlar dizisinden öğrenilen değerler bir sonraki Boltzmann Makineleri için girdi değerleri sağlayabildiğinden derin sinir ağları için önemli bir mimaridir [15].

D. Derin Öğrenme Kütüphaneleri

Derin öğrenme alanındaki hızlı çalışmalar sayesinde birçok kütüphane geliştirilmiştir. Bu kütüphaneler algoritmaların rahatlıkla uygulanması için kolaylık sağlar. Çok sayıda kütüphane bulunmakta ve bu kütüphaneler çeşitli yazılımlara entegre edilip kullanılabilir. Kütüphaneli aşağıdaki gibi sıralayabiliriz.

- Caffe: kendi içinde model kütüphanesi barındıran bu kütüphane genelde konvolizasyon sinir ağı ve bilgisayar görme alanında sıkça kullanılır.

- Torch, aslında Lua programlama diliyle oluşturulmuş açık kaynak kodlu makine öğrenme alanında en çok kullanılan kütüphanelerden birisidir. İçeriğinde yapay sinir alanı yapısı ve optimizasyon kütüphanesini içerir ve aynı zamanda bilimsel hesaplamalar ve makine öğrenme uygulamalarında yaygınca kullanılmaktadır.
- Theano: Matris, vektör gibi çok boyutlu yapılar üzerinde işlemleri hızlı bir şekilde yapmaya yarayan matematik programlama dilidir
- Tensorflow: Yapılacak işlemleri birden fazla makineye dağıtarak sonuca ulaşmayı amaçlayan bir kütüphanedir.
- Keras: Modelleri tanımlamayı ve eğitmeyi çok kolay hale getiren bu kütüphane, Theano veya Tensorflow'u arka yüz olarak kullanır. Özellikle metin tanımlama alanında çokça kullanılır.

IV. SONUÇ

Bu çalışmada son yıllarda sıkça kullanılan ve başarımı oldukça yüksek olan makine öğrenme yöntemlerinden derin öğrenme yönteminden bahsedilmiş ve aynı zamanda görüntü erişimi için kullanılan içerik tabanlı görüntü erişim sistemi hakkında bilgi verilmiştir. Yapılan literatür çalışmasında, içerik tabanlı görüntü erişim sistemleri üzerinde uzun süre çalışılacağı ve şu andaki çalışmalardan başarımları yüksek olan derin öğrenme yöntemlerine yönelme olduğu görülmektedir.

Sonraki çalışmalarda içerik tabanlı görüntü işlem üzerine derin öğrenme yöntemleri ile hareketli görüntülerden sorgulama, indeksleme ve görüntü tespiti yapılmaya çalışılacaktır.

V. KAYNAKLAR

- [1] Arıkan, A., *Bilgisayar Destekli Türkçe Tabanlı Medya İçerik Çözümleme Sistemi-107K209 Projesi: Bir Olgu İncelemesi*. Bilgi Dünyası, 2009. **10**(2): p. 186-204.
- [2] Cotsaces, C., N. Nikolaidis, and I. Pitas, *Video shot boundary detection and condensed representation: a review*. IEEE signal processing magazine, 2006. **23**(2): p. 28-37.
- [3] Eskikurt, H.I. and B. Boru, *An Implementation Of a New Video Parsing Algorithm For Uncompressed Digital Video Stream*. 2009.
- [4] Boru, B. And H.I. Eskikurt, *Sikiştirilmemiş Sayısal V Deolar Ç N Yüksek Performanslı Br Bölümlend Rme Algor Tması Tasarımı Ve Uygulaması A High Performanced Video Parsing Algorithm Design And Implementation For Uncompressed Digital Videos*. 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (İats'09), 2009.
- [5] Ürgün, Y., et al., *En Uygun Çekirdek ve Geliştirilmiş Faz Korelasyonu Kullanarak Ani Sahne Değişiminin Algılanması Scene-Cut Detection using Best Fitting Kernel and Modified Phase Correlation Methods*.
- [6] Kizilkaya, A., *Görüntü İşleme*. 2008. 177-180 url:<http://akizilkaya.pamukkale.edu.tr/>.
- [7] Tankız, S., T.K. Ateş, And A.B. Can, *Çekim Bölütme İle İçerik Tabanlı Video Kopya Tespiti Content Based Video Copy Detection By Shot Segmentation*.

- [8] Mikolajczyk, K. and C. Schmid, *A performance evaluation of local descriptors*. Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on, 2005. **27**(10): p. 1615-1630.
- [9] Arel, I., D.C. Rose, and T.P. Karnowski, *Deep machine learning-a new frontier in artificial intelligence research [research frontier]*. Computational Intelligence Magazine, IEEE, 2010. **5**(4): p. 13-18.
- [10] Hinton, G., et al., *Deep neural networks for acoustic modeling in speech recognition: The shared views of four research groups*. Signal Processing Magazine, IEEE, 2012. **29**(6): p. 82-97.
- [11] Yu, D. and L. Deng, *Deep learning and its applications to signal and information processing [exploratory dsp]*. Signal Processing Magazine, IEEE, 2011. **28**(1): p. 145-154.
- [12] Özcan, H., *Çok Düşük Çözünürlüklü Yüz İmgelerinde Derin Öğrenme Uygulamaları*. Deniz Harp Okulu Deniz Bilimleri Ve Mühendisliği Enstitüsü Bilgisayar Bilimleri Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 2014: p. 23-24.
- [13] Karabatak, M. and M.C. Ince, *An expert system for detection of breast cancer based on association rules and neural network*. Expert systems with Applications, 2009. **36**(2): p. 3465-3469.
- [14] LeCun, Y., et al., *Gradient-based learning applied to document recognition*. Proceedings of the IEEE, 1998. **86**(11): p. 2278-2324.
- [15] Bengio, Y., *Learning deep architectures for AI*. Foundations and trends® in Machine Learning, 2009. **2**(1): p. 1-127.

Derin Öğrenme ile Kardiyak Aritmi Hastalığının Sınıflandırılması ve Teşhisi

Classification and Diagnosis of Cardiac Arrhythmia Disease by Deep Learning

Abdullah CALISKAN¹, Hasan BADEM², Alper BASTURK², Mehmet Emin YUKSEL¹

¹Biyomedikal Mühendisliği Bölümü
Erciyes Üniversitesi
Kayseri, Türkiye

²Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
Erciyes Üniversitesi
Kayseri, Türkiye

Özetçe—Bu çalışmada derin sinir ağlarının tıbbi teşhis problemlerindeki etkinliği ele alınmıştır. Bu amaçla, derin sinir ağlarından kardiyak aritmi hastalığının sınıflandırılmasında ve teşhis edilmesinde yararlanılmıştır. Derin sinir ağlarının performansı bilinen yöntemlerle kıyaslanmıştır. Sonuçlar derin sinir ağının diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında en iyi doğruluk oranına sahip olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler—Derin öğrenme, derin sinir ağı, yığılanmış özdevinimli kodlayıcı, softmax, kardiyak aritmi.

978-1-5090-1679-2/16/\$31.00 ©2016 IEEE

Abstract—This paper explores the effectiveness of deep neural network technique in medical diagnosis problems. For this purpose, a deep neural network is utilized for classification and diagnosis of the cardiac arrhythmia disease. The effectiveness of the deep neural network method has been evaluated and compared with state-art-the-methods. The results show that the deep neural network method has the best accuracy rate among all classification techniques included in this study.

Index Terms—Deep Learning, deep neural network, stacked autoencoder, softmax, cardiac arrhythmia.

I. GİRİŞ

Günümüzde kanser, kalp hastalıkları, vb. birçok hastalığın teşhisi donanımlı sağlık merkezlerinde son derece gelişmiş ve pahalı medikal yöntemlerle yapılmaktadır. Bunun yanında bu yöntemlerin birçoğunun invaziv olduğu ve ancak uzman hekim tarafından yapıldığı bilinmektedir. Bu tarz yaklaşımlar hastalık teşhisinde yüksek doğruluk oranına sahiptirler ancak dünyadaki her birey bu tarz pahalı ve uzman hekim gerektiren imkânlara sahip değildir. Dolayısıyla hastalık teşhislerinde kolayca ulaşılabilir, ucuz ve zahmetsiz yöntemlerin kullanımının daha yaygın hale getirilmesi ciddi bir ihtiyaç olarak ortaya çıkmaktadır.

Dünya Sağlık Örgütü raporlarına göre [1] dünyada her yıl 17.5 milyon kişi kalp hastalıkları yüzünden ölmektedir. Bunun yanında dünya genelinde meydana gelen ölümlerin %31'i kalp hastalıkları sebebiyle gerçekleşmektedir. Ölümlerin %75'nin orta ve düşük gelir düzeyine sahip ülkelerde gerçekleşmesi ucuz ve alternatif teşhis yöntemlerine gereksinimi

artırmaktadır. Sıklıkla karşılaşılan kalp hastalıklarından birisi olan kardiyak aritminin teşhisi modern tıbbi cihazların yardımıyla bir uzman tarafından yapılabildiği gibi hastadan kolaylıkla elde edilebilen öz nitelikler yardımıyla da yapılabilmektedir. Bu öz nitelikler ile doğru teşhisin sınıflandırma yöntemleriyle yapılabilmesi ucuz ve alternatif bir yöntem ortaya çıkmaktadır.

Derin öğrenme günümüzde nesne tanıma, ses tanımlama, yüz tanıma ve dil çevirimi gibi bilimin birçok alanında başarıyla uygulanmaktadır. Zor ve karmaşık problemlerin çözümünde derin öğrenme teknikleri üstün performans göstermektedir. Bundan dolayı derin öğrenme uygulanabilirliğini her geçen gün artırmaktadır [2].

Bu çalışmada derin öğrenme teknikleri kullanılarak deneklerde kardiyak aritmi olup olmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Diğer sınıflandırma problemlerinde olduğu gibi kardiyak aritmi hastalarının sınıflandırılmasında da iki ayrı grup iç içe geçerek sınıflandırma yönteminin doğruluğunu azaltmaktadır. Derin öğrenme yapılarından özdevinimli kodlayıcı (ÖK) bu problemi çözerek doğruluğu artırmaktadır. ÖK'dan sınıflandırma işlemi için faydalanabilmek amacıyla birden fazla ÖK'nın birleşerek oluşturduğu yığılanmış özdevinimli kodlayıcılardan (YÖK) ve sınıflandırma birimi softmaxdan oluşan derin sinir ağı eğitilir [3].

Bu çalışmanın, ikinci bölümünde YÖK yapısı ve tasarlanan ağ yapısı hakkında bilgi verilecektir. Üçüncü bölümde ise deneysel sonuçlar verilmektedir. Son bölümde ise çalışmadan elde edilen sonuçlar değerlendirilmektedir.

II. DERİN ÖĞRENME: YIĞINLANMIŞ ÖZDEVİNİMLİ KODLAYICI

A. Özdevinimli Kodlayıcı

Özdevinimli kodlayıcı (ÖK), özdeşlik fonksiyonu- $h_{w,b}(x) \approx x$ olarak tanımlanan yapıyı öğrenmeye çalışan bir yapay sinir ağı modelidir. Bir özdeşlik fonksiyonu, $\{x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(n)}\}$ olarak tanımlı etiketlenmemiş veri kümesinden yaklaşık benzer öz nitelikte çıkış elde etmeyi amaçlamaktadır [3, 4]. Bir ÖK ile özdeşlik fonksiyonunu elde ederken çıkış etiketi olarak giriş veri kümesi kullanılmaktadır. Girişin çıkış olarak kullanılmasından dolayı ÖK'ler

deneyimsiz öğrenme modeli olarak tanımlanmaktadır. Aynı zamanda da eğitim geri yayılım modeli ile gerçekleştirilmektedir. ÖK'lerin derin öğrenme yapısında temel kullanım amacı saklı katman sayesinde verinin içinde aranan yapısal özellikleri elde etmektir [3,4].

Bir ÖK'de; gizli katmana giren ağırlıklar *kodlayıcı*, gizli katmandan çıkan ağırlıklar ise *çözücü* olarak tanımlanmaktadır. Derin öğrenme yapısında, ÖK'nin eğitimi tamamlandıktan sonra kodlayıcı ağırlıkları ve gizli katman yapısı kullanılmaktadır. Bir ÖK'nin gizli katmanında nöron sayısı giriş katmanından fazla ya da az sayıda olabilir. Gizli katmanda nöron sayısının girişten daha az olduğu durumlarda sıkıştırılmış öznetelikler elde edilmekte, daha fazla olduğunda ise veri boyutundan daha fazla sayıda öznetelik elde edilebilir. Aynı zamanda, gizli katmandaki nöron sayısının girişten daha az olduğu durumda ÖK, temel bileşen analizi görevi de görmektedir [3, 4].

ÖK'nin eğitim aşaması, gizli katmandaki her bir nöronun ortalama aktivasyon değeri $\hat{\rho}_j$, seyreklik parametresine (ρ) eşitlenmeyi amaçlanmaktadır. Bu işlemin gerçekleştirilebilmesi için Denklem 1'de görülmekte olan geri yayılım algoritmasında kullanılan amaç fonksiyonu, Denklem 2 ile güncellenmektedir.

$$J(W, b) = \frac{1}{2} \|h_{W,b}(x) - x\|^2 \quad (1)$$

$$J_{sparse}(W, b) = J(W, b) + \beta \sum_{j=1}^{s_2} KL(\rho \parallel \hat{\rho}_j) \quad (2)$$

Denklem 2'de yer alan $J(W, b)$ beklenen çıkış ile ağırlık çıkışı arasındaki karesel hata olarak tanımlanmaktadır.

ÖK yapısında, giriş verisi $\{x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(n)}\}$, $x^{(i)}$ i. özneteliği, s_2 gizli katmandaki nöron sayısını ve $a_i^{(2)}$ gizli katmandaki i. nöronun aktivasyon değerini temsil etmektedir. Bir nöronun $a_i^{(2)}$ değeri Denklem 3 den elde edilmektedir.

$$a_i^{(2)} = f(W_{ij}x_j^{(1)} + b_i^{(2)}) \quad (3)$$

Tüm veri seti için $\hat{\rho}_j$, j. nöronun ortalama aktivasyon değeri olarak tanımlanmakta ve Denklem 4'ten hesaplanmaktadır.

$$\begin{aligned} \hat{\rho}_j &= \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m [a_j^{(2)}(x^{(i)})] \\ &= \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m [f(W_{j1}x_1^{(i)} + W_{j2}x_2^{(i)} + W_{j3}x_3^{(i)} + W_{j4}x_4^{(i)} + b_j^{(2)})] \end{aligned} \quad (4)$$

Denklem 2'deki $\sum_{j=1}^{s_2} KL(\rho \parallel \hat{\rho}_j)$, ceza terimi olarak ve β ise seyreklik ceza terimi olarak tanımlanmaktadır. ρ ve $\hat{\rho}_j$ arasındaki Kullback-Leibler (KL) diverjansı Denklem 5'den hesaplanmaktadır [3, 4].

$$KL(\rho \parallel \hat{\rho}_j) = \rho \log \frac{\rho}{\hat{\rho}_j} + (1 - \rho) \log \frac{1 - \rho}{1 - \hat{\rho}_j} \quad (5)$$

B. Softmax

Softmax, iki sınıfı ayırabilen logistik regresyonun temel mantığının genişletilmiş hali olan bir olasılıksal çoklu sınıflandırıcıdır. Bu nedenle, sınıflandırma problemlerinde, derin öğrenme modellerinden birisi olan YÖK'ün sınıflandırıcı birimi olarak kullanılmaktadır [5].

III. TASARLANAN YİĞİNLANMIŞ ÖZDEVİNİMLİ KODLAYICI

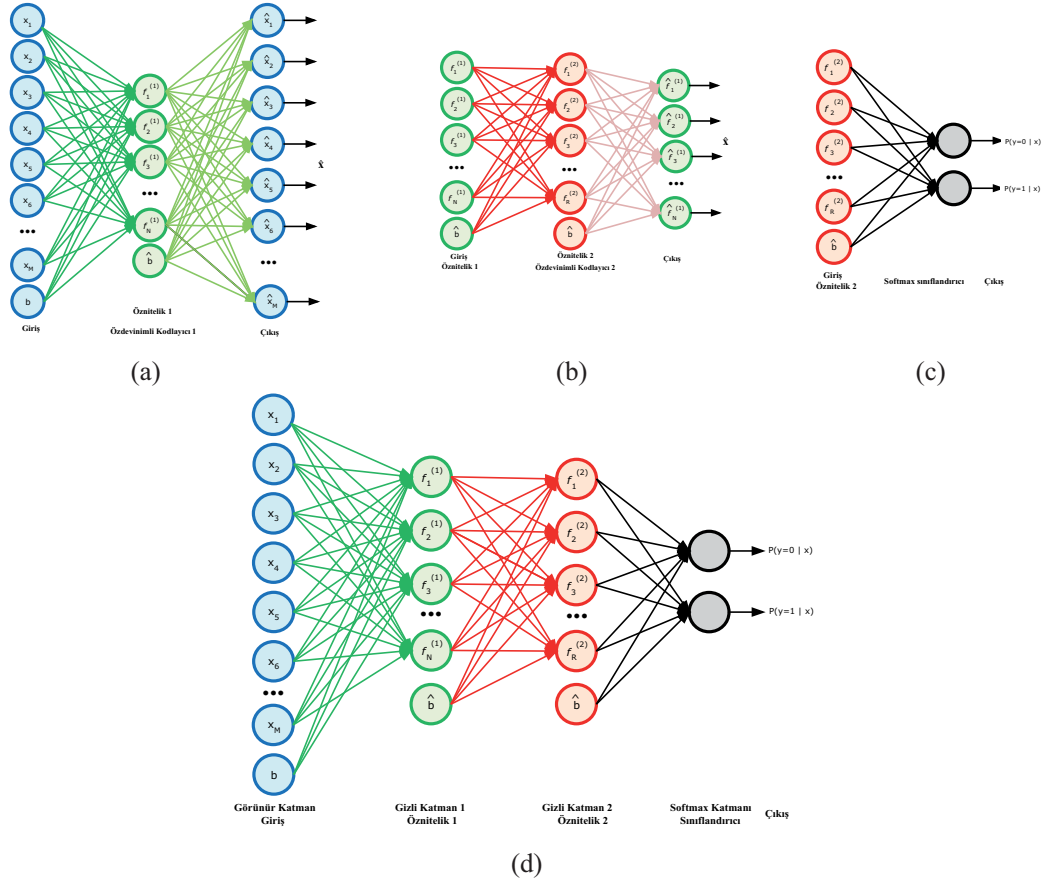
Önerilen YÖK yapısında, 4'er nörona sahip iki ÖK ve sınıflandırma işlemi için bir softmax katmanı bulunmaktadır. Ağırlık ön eğitim aşamasında, Şekil 1a'da görüldüğü üzere veri seti birinci ÖK'ye giriş olarak uygulanmaktadır. Birinci ÖK'nin çıkış etiketi giriş verisinin kullanılması ile birinci ÖK eğitilmiştir. Eğitilen birinci ÖK'nin gizli katmanının çıkışları, ikinci ÖK'nin girişi olarak kullanılmaktadır. Bu durum Şekil 1b'de görülmektedir. İkinci ÖK'de aynı şekilde eğitildikten sonra ikinci ÖK'nin gizli katman çıkışı softmax katmanına giriş olarak uygulanmakta ve softmax katmanının çıkış etiketi kardiyak aritmi veri setinin etiketlerinin kullanılması ile eğitilmektedir. Softmax katmanının ön eğitiminin gerçekleştirilen ağ yapısı Şekil 1c'de görülmektedir. Hassas eğitim aşamasında ise ÖK'lerin kodlayıcı ağırlıkları ve softmax katmanının birleştirilmesi ile elde edilen Şekil 1d'de görülen nihai ağ geri yayılım algoritması ile eğitilmektedir. Ön eğitim ve hassas eğitim aşamalarında kullanılan tüm eğitim işlemlerinde L-BFGS algoritması kullanılmıştır.

IV. DENEYSEL SONUÇLAR

Kardiyak aritmi hastalığının teşhisi için geliştirilen YÖK yapısı, kardiyak aritmi (Arrhythmia) veri seti üzerinden test edilmiştir. Kardiyak aritmi veri seti hakkında detaylı bilgi izleyen bölümde sunulmaktadır. Önerilen YÖK yapısının literatürde benzer amaçlar için geliştirilmiş yaygın olarak kullanılan yöntemler ile karşılaştırmalı benzetim sonuçları bölüm IV.B'de verilmiştir.

A. Kardiyak Aritmi Veri Seti

Kardiyak aritmi veri seti Data Mining Repository of University of California, Irvine (UCI) [6] dan alınmıştır. Kardiyak aritmi veri setinin temel amacı elektrokardiyogram (EKG) sinyallerinden kişide aritmi olup olmadığının tespit edilmesidir. Veri setindeki denek sayısı 452 olmak üzere veri setinde bir tanesi sağlıklı 14'ü farklı tipte kardiyak aritmi ve bir tanesi de sınıflandırılmayan kardiyak aritmi olmak üzere 16 farklı sınıf vardır [7]. Veri setindeki eksik verileri literatüre uygun şekilde atılırken 16 farklı sınıf aritmi hastalığına sahip ve normal olmak üzere iki sınıfa düşürülmüştür.



Şekil 1. Tasarlanan YÖK yapısı (a) Özdevinimli kodlayıcı 1 (b) Özdevinimli kodlayıcı 2 (c) softmax sınıflandırıcı (d) Eğitilmiş YÖK'ün son hali

B. YÖK Benzetim Sonuçları

Önerilen YÖK yapısı, eğitilirken kullanılan parametreler Tablo I'de görülmektedir. Bu parametreler ile elde edilen ağ yapısı ve literatürde kabul gören önemli sınıflandırma yöntemleri Intel i7 2600 3.4 Ghz işlemcili, 12 GB DDR3 RAM bellekli sistemde, 10-kat çapraz doğrulama ile koşurulmuş ve deneysel sonuçlar elde edilmiştir. Tasarlanan YÖK yapısı ve diğer sınıflandırma yöntemlerinin doğruluk değerleri Tablo II'de görülmektedir.

TABLE I. TASARLANAN YÖK'DE KULLANILAN PARAMETRELER

Ön Öğrenme	Özdevinimli Kodlayıcı	Aktivasyon Fonk.	Sigmoid
		Nöron Sayısı	4 - 4
		Seyreklik Parametresi (p)	0.2 - 0.1
		Seyreklik Ceza Parametresi (β)	3 - 3
		Lamda (λ)	0.003
		İterasyon	400
	Softmax	Sınıf Sayısı	2
		Lamda (λ)	0.0001
		İterasyon	400
		Aktivasyon Fonk.	Sigmoid
Hasas Öğrenme	Geri Yayımlı Algoritması	Sınıf Sayısı	2
		Lamda (λ)	0.003
		İterasyon	400
		Aktivasyon Fonk.	Sigmoid

Karşılaştırılan tüm yöntemler koşutururken, algoritmaların veri dağılımından etkilenmemesi için veri 10-kat çapraz doğrulama olacak şekilde hazırlanmıştır. Yöntemlerin tamamında hazırlanan 10 parça veriden birisi test, geri kalan 9 tanesi eğitim için kullanılmıştır. Test ve eğitim işlemi 10 farklı parça için gerçekleştirilerek ortalaması Tablo II'de rapor edilmiştir.

TABLE II. TASARLANAN YÖK VE DİĞER YÖNTEMLERİN DOĞRULUK DEĞERLERİ

Yöntem	Doğruluk Değeri (%)
KNN	65.00
Karar Ağacı	74.28
SVM	74.76
Navie Bayes	75.95
Önerilen YÖK	77.86

Tablo II incelendiğinde KNN algoritmasından %65.00 doğruluk değeri elde edilirken, Karar Ağacı algoritmasından %74.28, SVM algoritmasından %74.76, Navie Bayes algoritmasından %75.95 ve önerilen YÖK'den ise %77.86 doğruluk değeri elde edildiği görülmektedir. Algoritmaların doğruluk değerleri karşılaştırıldığında önerilen YÖK yapısının

KNN algoritmasından açıkça daha başarılı olduğu; Karar Ağacı, SVM ve Navie Bayes algoritmalarından ise nispeten daha başarılı olduğu anlaşılmaktadır.

V. SONUÇ

Derin öğrenme yöntemleri her geçen gün yeni bir uygulama ile karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada da derin sinir ağının kardiyak aritmi hastalığını nasıl sınıflandırdığı incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre derin sinir ağı literatürde yaygın olarak kullanılan yöntemlerle karşılaştırıldığında son derece başarılı sonuçlar üretmiştir. Derin öğrenme yöntemlerinin ilerleyen dönemlerde biyomedikal alanında ve hastalık teşhisi ve sınıflandırılması için daha sık kullanılacağı beklenebilir.

KAYNAKÇA

- [1] WHO, url:<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/en/> available:01.08.2016,
- [2] Y. LeCun, Y. Bengio, G. Hinton, “Deep Learning ”, Nature, vol.521, pp.436-444, 2015.
- [3] J. Ngiam, A. Coates, A. Lahiri, B. Prochnow, Q. V. Le, A. Y. Ng, “On optimization methods for deep learning”, in: Proceedings of the 28th International Conference on Machine Learning (ICML-11), 2011, pp. 265–272.
- [4] Y. Bengio, “Practical recommendations for gradient-based training of deep architectures ”, in: Neural Networks: Tricks of the Trade, Springer, pp. 437–478, 2012.
- [5] Y. Zhang, E. Zhang, W. Chen, “Deep neural network for halftone image classification based on sparse auto-encoder”, Engineering Applications of Artificial Intelligence, vol.50, pp.245–255, 2016.
- [6] Lichman, M. UCI Machine Learning Repository [<http://archive.ics.uci.edu/ml>]. Irvine, CA: University of California,
- [7] HA Guvenir, B. Acar, G. Demiroz, and A. Cekin. “A supervised machine learning algorithm for arrhythmia analysis”. Computers in Cardiology 1997, pages 433-436, 1997.

Görme Engellilerin Renkleri Algılaması için Renk-Ses Dönüştürücü Tasarımı

Color to Sound Converter Design to Perceive the Colors
for Visually Impaired People

Eşref Erdoğan,
Mülkiyet Koruma ve Güvenlik Bölümü
Niğde Teknik Bilimler MYO, Niğde Üniversitesi
Niğde, Türkiye
esref.erdogan@nigde.edu.tr

Ömer Galip Saraçoğlu,
Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü
Erciyes Üniversitesi
Kayseri, Türkiye
saracog@erciyes.edu.tr

Özet—Bu çalışmada görme engelli insanların renkleri işitsel duyularla algılayabileceği Renk-Ses dönüştürücü devre tasarlanmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında bir fototransistör yardımıyla her bir rengin RGB (kırmızı, yeşil, mavi) içeriği uygun voltaj aralıklarına dönüştürülmüştür. Sonraki aşamada ise Arduino kartı kullanılarak bu voltajlara karşılık gelen ses tonları üretilmiştir.

Anahtar Kelimeler—Renk algılayıcı, renk ses dönüştürücü, Arduino mikrodeneleyici

Abstract—In this study, a color to sound converter circuit has been designed so that visually impaired people will be able to perceive the colors by hearing. In the first step of the work, RGB (red, green, blue) contents of each color have been converted into certain voltages by using a phototransistor. With the aim of an Arduino board for the next step, sounds of the colors have been produced by the corresponding voltages.

Index Terms—Color sensor, color to sound converter, Arduino microcontroller

I.GİRİŞ

Teknolojik gelişmelerin günlük hayatımıza girmesi ile karşımıza çıkan engelleri daha kolay aşabilmekteyiz. Engelli insanların dünyamızda daha iyi hayat sürmeleri için bilim adamları ve araştırmacılar çalışmalarını sürdürmektedir. Günlük hayatlarında etraflarındaki nesneleri görebilme yetileri olmayan insanlar için hayat, birçok teknolojik buluşla daha yaşanabilir kılınabilmektedir. Bu teknolojilere kabartma yazılar, sesli kitaplar, sesle komut verilebilen cihazlar, sesli bilgisayarlar örnek verilebilir.

Görme engelli insanların etrafındaki nesneler hakkında fikir sahibi olmaları nesnelerin tadı, şekli çıkardıkları sesler ile olabilmektedir. Ancak, konu nesnelerin rengi olduğunda ortamdan bilgi çıkarabilmeleri mümkün olamamaktadır. Bunu sağlamanın yolu, renklerin de sesinin olmasından geçmektedir.

Tarihte eskiden beri bilim adamlarının üzerinde çalıştığı konu olmuştur ses ve renk ilişkisi. Newton, notaları gökkuşağının yedi rengiyle ilişkilendirmiştir ve ışığı araştırırken ton aralıklarını renklerle açıklamıştır [1]. Bu durumda, her notaya karşılık gelen renk tonu aralıkları, insan

gözünün renk ve ton seçme yetenekleriyle uyumlu olup, her notaya karşılık gelen renklerin ayırt edilmesi olasıdır. Bu nedenle de notaların bellekte tutulabilmesinde, her notanın eş renk tonunu algılayabilmek büyük bir kolaylık sağlamaktadır.

Daha önceki çalışmalarda; Datteri ve ark. işitsel ve görsel duyuşal bilginin entegrasyonunu araştırmış, katılımcının bilgisayar ekranında renkli kutulara bakarak bu renklere uygun sinüs dalgalarını eşleştirmesi istenmiştir [2]. Ng ve ark., yansıyan ışığı kullanarak sıvıların bulanıklığını ölçen bir cihaz tasarlamışlardır [3]. Bulanıklık, suyun renk içeriği ile ilgili olduğundan elektriksel olarak algılanabilir bir etkiye dönüştürülmüştür. Abboud ve ark. duyuşal değişim cihazları geliştirerek görsel bilgilerin işitsel bilgilere dönüşmesini sağlamışlardır [4]. Bunu renk ve şekil bilgilerini bir kamera yardımıyla ses notalarına dönüştürerek başarmışlardır. Saraçoğlu ve Altural, herhangi bir yüzeyin RGB içeriğini sayısal ortamlar için yeniden üretebilecek, yapay zeka tekniği kullanan bir algılayıcı geliştirmiştir [5]. Bae ve Kim, bir renk-ses dönüştürücü sistemle renkleri bilgisayar yardımıyla MIDI dosyalarına dönüştürmüşler, işitme ve algıya eş zamanlı odaklanmayı amaçlamışlardır [6]. Mengucci ve ark. Sanatsal ve terapi amaçları için renkleri ses haritalarına dönüştüren, ayrıca video görüntülerinden de renk haritalaması oluşturmak için kullanılabilen bir ilk ürün tasarlamışlardır [7].

Bu çalışmada renklerin RGB içeriklerinin algılanması ve algılanan bu renklere karşılık gelen ses tonları üretilmesi amaçlanmıştır. Algılanacak renkler Siyah, Beyaz, Gri üç ton (koyu-normal-açık), Kırmızı üç ton, Yeşil üç ton, Mavi üç ton olarak belirlenmiştir. Bu renklere karşılık gelen voltaj aralıkları belirlenip istenilen aralıkta istenilen ses tonları çıktı olarak alınmaktadır. Denetleyici kartı olarak Arduino Mega 2560 kullanılmıştır. Bu kartın hafıza alanının fazla olması ve çok sayıda giriş/çıkış ucu bulunması, kolay programlanabilir olması ve programladıktan sonra bir bilgisayara ihtiyaç duyulmaması tasarımı kolaylık sağlamıştır.

II.MATERYAL VE YÖNTEM

A. Denetleyici Kartı: Arduino

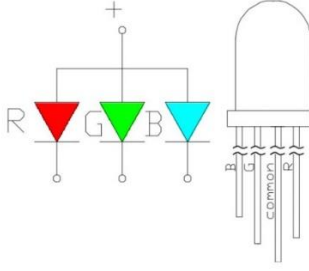
Arduino kolay kullanımlı donanım ve yazılımına dayanan açık kaynak kodlu prototip platformudur [8]. Arduino bordlar

ile giriş portlarına bağlı bir foto-sönsör okunabilir, bir buton çalıştırabilir, girişler çıkışlara yönlendirebilir, bir motor aktif edilebilir, online olarak bilgiler yayınlanabilir. Arduino Bord üzerindeki mikro denetleyiciye başka bir borddan bir dizi talimat gönderilebilir. Bu işlemleri yaparken elektronik kablolama tabanlı Arduino programlama dili ve Arduino yazılımını (IDE) kullanılır.

B. RGB LED Fototransistör ve Buzzer devreleri

1) RGB Led

Cismin yüzeyinin farklı aydınlatmalardaki renk özelliğinin belirlenmesi için, Şekil 1'de gösterilen ortak anotlu RGB LED, aydınlatma kaynağı olarak kullanılmıştır.



Şekil 1. Ortak anotlu RGB LED.

Şekil 2'de Arduino'ya RGB LED'i kırmızı, yeşil, mavi renkleri yakması için çıkış uçlarının tanıtılması ile ilgili kodlar verilmiştir. Arduino'nun 8 nolu ucu kırmızı rengi yakmakta, 9 nolu ucu yeşil rengi yakmakta, 10 nolu ucu mavi rengi yakmaktadır.

```
1 #define inPin0 0
2 int kirmizi = 8;
3 int yesil = 9;
4 int mavi = 10;
5 void setup(void) {
6   pinMode(kirmizi, OUTPUT);
7   pinMode(yesil, OUTPUT);
8   pinMode(mavi, OUTPUT);
9 }
```

Şekil 2. RGB LED'in Arduino'ya tanıtılma kodları.

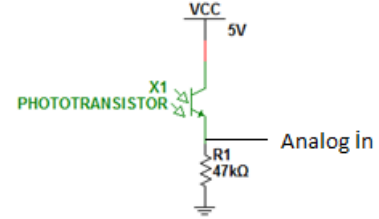
RGB renk uzayında her bir bileşen 0-255 arasında toplam 256 değer almakta ve bunların birleşimlerinden de yaklaşık 16,7 milyon renk ortaya çıkmaktadır. Buradan hareketle RGB LED ışığı, renk algılaması yapılacak yüzeye sadece kırmızı renk (255,0,0) , sadece yeşil renk (0,255,0) ve sadece mavi renk (0,0,255) olarak arka arkaya düşürülmektedir. Bunu Arduino'da gerçekleyen kodlar Şekil 3' de verilmiştir.

```
30 kirmizi_degeri =0;
31 analogWrite( kirmizi, kirmizi_degeri );
32 analogWrite( mavi, mavi_degeri );
33 analogWrite( yesil, yesil_degeri );
34 for (int i = 0; i < 20; i += 1 ) {
35   pinRead0 = analogRead(inPin0);
36   pVolt0 = pinRead0 / 1024.0 * 5 ;
37   Serial.print(pVolt0, 4);
38   Serial.println();
39 }
```

Şekil 3: RGB LEDin sürülmesi için örnek Arduino kodu.

2) Fototransistör

Fototransistörün algılamada kararlı hale gelmesi için 20 ardışık döngüde okuma tekrarlanmıştır. Fototransistör, RGB LED'in kırmızı 255 renk değerini yakmasıyla 20 defa okuma yapar ve cisim yüzeyinden yansıyan renge karşılık bir voltaj üretir. 20 okumanın ardından yeşil ve mavi renkler için de aynıları tekrarlanır. Renklerin voltaj içerikleri okunduktan sonra, cisim yüzeyinden elde edilen herhangi bir renge ait üç RGB voltaj değeri belirlenmiş olur. Daha sonra, voltajlar için belirlenmiş aralığa denk gelen tonlar ses devresi ile üretilir. Şekil 4'te fototransistör devresi verilmiştir. Fototransistör, cisme tutulan üç farklı RGB renklerinden yansıyan ışığın tetiklediği ve emiterde oluşan voltaj değerlerini Arduino'nun Analog In 1 ucuna göndermektedir.



Şekil 4. Fototransistör devresi

Fototransistöre yansıyan açık renkler yüksek voltaj değerleri üretirken koyu renkler ise düşük voltaj değerleri üretmektedir. Böylece, 0-255 aralığındaki renkler için, renk içeriği ile orantılı bir voltaj üretilmiş olur.

3) Buzzer

Yüzeyden yansıyan kırmızı, mavi, yeşil renk içeriğinde, fototransistör ile algılanan voltaj değerlerine karşılık gelen ve üç voltaj değeri aynı anda daha önceden belirlenen aralıkla aynı olması şartı sağlandığında sesi çal komutu aktif olur. Hangi frekans tonunun çalınacağı Şekil 5'te verilen Arduino kod dizisi ile sağlanır.

```
90 if ((red == 1) && (blue == 1) && (green == 1)) {
91   tone(buzzerPin, 850);
92   delay (5000);
93   noTone(buzzerPin);
94 }
95 else{
96   noTone(buzzerPin);
97 }
```

Şekil 5. Arduino'da ton üretme kodları.

Renklerin ses karşılıklarında ise aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

- Siyah ton 100 Hz,
- Beyaz ton 4000 Hz,
- Gri Ton 200 Hz (1 kez çalması koyu 2 kez çalması normal 3 kez çalması açık gri)
- Kırmızı 850Hz (1 kez çalması koyu, 2 kez çalması normal, 3 kez çalması açık kırmızı)[9]
- Yeşil 1067 Hz (1 kez çalması koyu, 2 kez çalması normal, 3 kez çalması açık Yeşil) [9]
- Mavi 2477 Hz (1 kez çalması koyu, 2 kez çalması normal, 3 kez çalması açık Mavi) [9]

C. RGB İçerikleri ve Voltaj Değerleri

Tablo 1'de cisim yüzeyinden yansıyarak bu çalışmada 14 farklı renk ile temsil edilen RGB içerikleri ve fototransistörde algılanan voltaj değerleri verilmektedir. Tabloda her renk için üç farklı voltaj değeri görülmektedir. Bu değerler, rengi algılanacak cismin üzerine, RGB LEDden gelen, ayrı ayrı kırmızı, yeşil ve mavi ışık tutulması ve cisimden yansıyan ışıkların fototransistörde voltaj olarak algılanmasıyla elde edilmiştir.

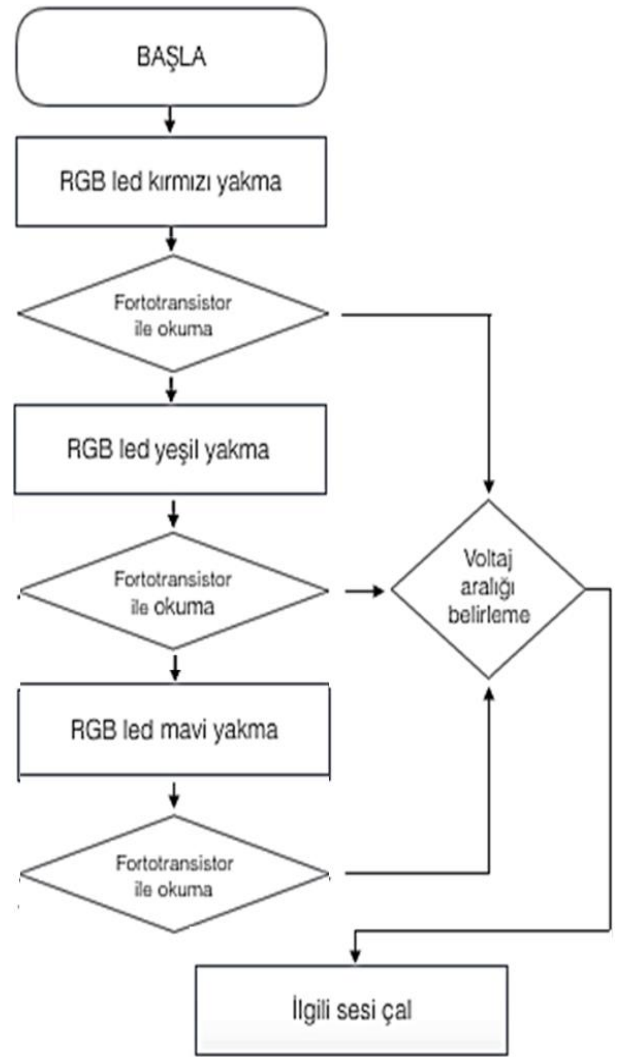
TABLO I. SİSTEM DEĞİŞKENLERİNİN SAYISAL DEĞERLERİ

Ölçüm	RENK	R	G	B	R (VOLT)	G (VOLT)	B (VOLT)
1	SİYAH	0	0	0	0,5762	0,3320	0,5176
2	BEYAZ	255	255	255	4,5313	4,8145	4,8145
3	GRİ KOYU	61	61	61	0,9570	0,5371	0,8447
4	GRİ	119	119	119	2,7930	1,5137	2,3486
5	GRİ AÇIK	199	199	199	4,7803	3,3789	4,7754
6	KIRMIZI KOYU	96	0	0	1,7334	0,4346	0,6104
7	KIRMIZI	255	0	0	1,9531	0,5176	0,6982
8	KIRMIZI AÇIK	255	139	139	4,7949	1,7871	2,2412
9	YEŞİL KOYU	0	80	0	1,5479	1,2256	1,2012
10	YEŞİL	0	255	0	2,2754	3,0908	1,6748
11	YEŞİL AÇIK	105	255	105	2,1826	6,6133	2,4951
12	MAVİ KOYU	0	0	88	1,9385	1,2842	2,7197
13	MAVİ	0	0	255	2,2705	2,2998	4,7705
14	MAVİ AÇIK	83	83	255	1,5771	1,9531	4,5996

Yüzey dışına yansıyan ışığın rengi, yüzeyin renginin bir fonksiyonudur. Örneğin, yeşil bir yüzey üzerine odaklanan beyaz ışık, yeşil olarak yansır. Yansıyan yeşil ışık, R-G-B çıkış voltajları üreten renk sensörüne çarpar. Üç voltaj yorumlanarak renk belirlenebilir [10].

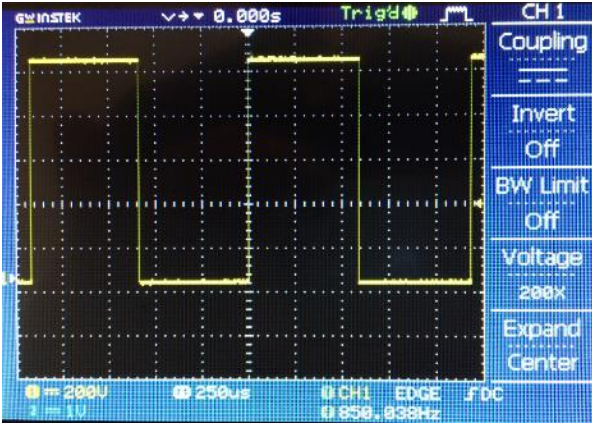
D. Akış Şeması

Şekil 6'da sistemin akış şeması verilmektedir. Bu akışa göre önce Arduino'dan RGB LED'in kırmızı renginin yakılması istenecek ve daha sonra fototransistör ile Arduino'nun analog girişinden cisimden yansıyan ışığın voltaj değeri ölçülecektir. Daha sonra bunun daha önce belirlenen voltaj aralıklarının hangisine karşılık geldiği belirlenecektir. Ardından mavi ve yeşil renkler için de aynı adımlar tekrarlanacaktır. En son RGB voltaj içeriklerine göre ilgili frekanstaki ses tonunu çalmaktadır.



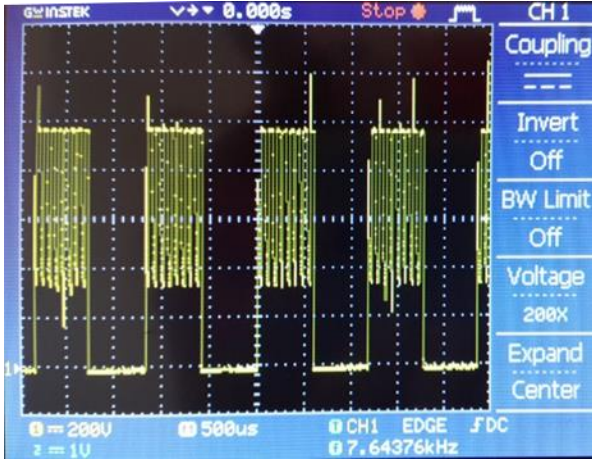
Şekil 6. Akış şeması

Şekil 7'de kırmızı rengin 850 Hz'lik bir ses sinyalinin osiloskop görüntüsü verilmiştir. Burada çıkışa yük olarak buzzer bağlanmamıştır.



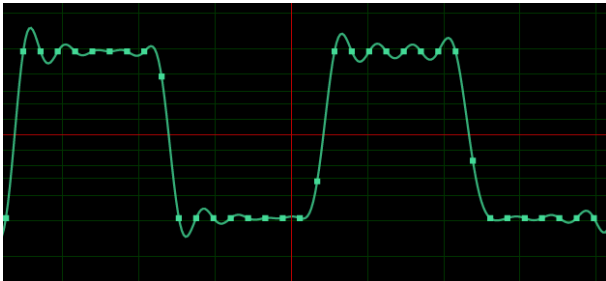
Şekil 7. Kırmızı renk için ses sinyalinin örnek osiloskop görüntüsü (850 Hz)

Şekil 8’de ise, devre çıkışına buzzer bağlı iken aynı sinyalin osiloskop görüntüsü verilmektedir. Şekilden görüleceği gibi, buzzerin devreye bağlanması, ses sinyalini bir miktar bozmakta, dolayısıyla işitilebilirliği de kısmen etkilemektedir.

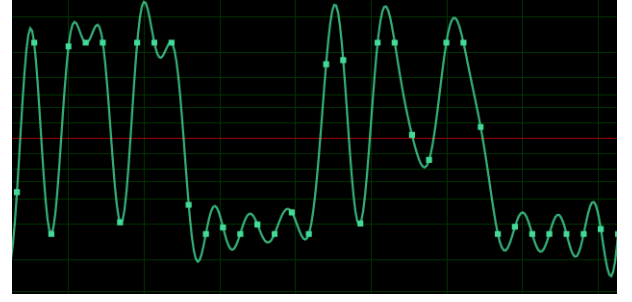


Şekil 8. Buzzer devredeyken 850 Hz’lik sinyalinin osiloskop görüntüsü

2477 Hz’lik ses sinyaline sahip mavi rengin Adobe Audition [11] programındaki ekran görüntüsü de osiloskoptaki görüntülere benzer bir şekilde gözlemlenmiştir. Buzzer bağlı değilken elde edilen ekran görüntüsü, Şekil 9’da, yük olarak buzzer bağlandığındaki görüntü Şekil 10’da verilmiştir.



Şekil 9. 2477 Hz’lik sinyalinin Adobe Audition görüntüsü



Şekil 10. Buzzer devredeyken 2477 Hz’lik sinyalinin Adobe Audition görüntüsü

Devre çıkışına buzzer bağlandığında ses sinyalinin kısmen bozulduğu buradan da görülmektedir. Şekillerin gözlemlenmesinden çıkarılacak sonuç, buzzer devreye alındığında, buzzer empedansı sebebiyle, sinyalde bozulmalar meydana gelebileceğidir. Bu da işitme kalitesini etkilemektedir. Buzzer yerine uygun empedanslı bir kulaklık kullanıldığında daha kaliteli sesler elde edilebileceği gözlenmiştir.

III.SONUÇLAR

Dünya Engellilik Raporunda hükümetler, sivil toplum kuruluşları ve engelli örgütleri de dahil bütün Paydaşların engelli bireylerin ve toplumun yararına uygun ortamlar oluşturmaları, rehabilitasyon ve destek hizmetleri geliştirmeleri, yeterli sosyal koruma mekanizmaları tesis etmeleri, bütünleştirici politika ve programlar oluşturmaları ve yeni ve mevcut standartları uygulamaları tavsiye edilmektedir. Engelli bireyler bütün bu çalışmaların odağında yer almalıdırlar.

Buradan hareketle bu çalışmada görme engelli insanların renkleri algılamasına yardımcı olması açısından Renk-Ses dönüştürücü devresi geliştirilmiştir. Cihazda 14 farklı renk tonu ile temsil edilen renk içerikleri, Arduino Mega 2560 kartı ile algılanıp yine bu kart sayesinde farklı frekanslardaki ses tonlarına dönüştürülmüştür. Böylece seslerin görme engelliler tarafından duyulması ve ayırt edilebilmesi sağlanabilir. Çalışmada gerçekleştirilen devre, sadece görme engelliler değil, yetersiz ışık ve aydınlatma altındaki ortamlarda renk algılaması yapmak isteyen diğer insanların da kullanabileceği yetenektedir.

İleriki çalışmalarda, daha yetenekli bir programlama kartı kullanılarak ses tonları yerine, rengin ismini kullanıcıya söyleyecek bir devre oluşturulması hedeflenmektedir.

KAYNAKLAR

- [1].H. Mestan, "Müzik ve Renk İlişkisi. Kaygı." vol. 2013/20, pp. 299-304, 2013
- [2].D. L. Datteri, and J. N. Howard, "The sound of color". Proc. of the 8th International Conference on Music Perception & Cognition, Evanston, IL, U.S.A. s:767-771, 2004.
- [3].J. Ng, K.B Lim, C.W. Chia and S. Maniam, "Meter for Measuring the Turbidity of Fluids Using Reflected Light", US Patent 2007/0046942 A1, March 1. 2007

- [4]. S. Abboud, S. Hanassy, S. Levy-Tzedek, S. Maidenbaum, and A. Amedi, "EyeMusic: Introducing a "visual" colorful experience for the blind using auditory sensory substitution", *Restorative neurology and neuroscience*, vol. 32, pp. 247-257, 2014.
- [5]. Ö. G. Saracoglu and H. Altural, "Color regeneration from reflective color sensor using an artificial intelligent technique". *Sensors*, vol. 10, pp. 8363-8374, 2010.
- [6]. M. J. Bae, and S. I. Kim, "Real-time Implementation of Sound into Color Conversion System Based on the Colored-hearing Synesthetic Perception". *The Journal of the Korea Contents Association*, vol. 15, pp. 8-17, 2015.
- [7]. M. Mengucci, J. T. Henriques, S. Cavaco, N. Correia, and F. Medeiros, "From color to sound: Assessing the surrounding environment", In *Proceedings of the Conference on Digital Arts and New Media (ARTECH)* (pp. 345-348)., 2012
- [8]. Arduino guide introduction
<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>
(Erişim Tarihi: 22.08.2016)
- [9]. The Color of Sound.
http://www.flutopedia.com/sound_color.htm (Erişim tarihi: 29.07.2016).
- [10]. Reflective color sensing with Avago Technologies' RGB color sensor, Technical Paper, AV02-0172EN, February 20, 2007, <http://www.avagotech.com/docs/AV02-0172EN> (Erişim Tarihi: 20.05.2016).
- [11]. Adobe Audition CC,
<http://www.adobe.com/tr/products/audition.html> (Erişim tarihi: 29.07.2016).

Detection of Hazardous Substances for Human Health by Wireless Sensor Network in Indoor Environments

Kapalı Ortamlarda İnsan Sağlığı İçin Zararlı Maddelerin Kablosuz Sensör Ağları Yardımıyla Tespiti

Shayda Khudhur Ismaiel

Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Bilgisayar Mühendisliği, 23119, Elazığ, Türkiye
shayda.khider@gmail.com

Taner Tuncer

Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi
Bilgisayar Mühendisliği, 23119 , Elazığ, Türkiye
ttuncer@firat.edu.tr

Abstract— Many people have to live in indoor environments such as schools, hospitals, prisons, airports and business. Indoor environment must conform to human life in terms of health and it is necessary to control. For this, it is important to determine the air quality index. In this paper, in order to determine the air quality in indoor environment has been setup a wireless sensor network. Sensor network consists of Arduino Uno, CC3000 Wifi, DHT11 temperature and humidity sensor, GP2Y1010AU0F dust sensor, MQ-7 CO sensor, PC and access point to transmit data obtained from the sensors to the computer. PC has been programmed in C # programming language processing of sensor data obtained from the network and to determine Air Quality Index. Parameters were measured every 5 seconds in indoor environment which is 10x10 m2. Results have shown that the indoor environment is suitable for human health

Keywords: Wireless Sensor Network, Humidity and Temperature Sensor, CO Sensor, Dust Sensor, Air Quality Index.

Özet—Birçok insan yaşamlarını okul, hastane, havaalanı, hapishane ve iş ortamları gibi kapalı alanlarda sürdürmektedir. İnsan sağlığı açısından, kapalı ortamların insan yaşamına elverişli olması ve sürekli denetlenmesi bir ihtiyaç olmuştur. Bunun için, hava kalite indeksini belirlemek önem arz etmektedir. Bu bildiride, kapalı ortamdaki hava kalitesinin belirlenebilmesi için bir kablosuz sensör ağı oluşturulmuştur. Sensör ağı, Arduino Uno, CC3000 Wifi, DHT11 sıcaklık ve nem, GP2Y1010AU0F toz ve MQ-7 karbon monoksit (CO) sensörleri, PC, sensörlerden elde edilen verilerin bilgisayara iletilmesi için Access point donanımlarından oluşmaktadır. Kurulan sensör ağından elde edilen verilerin işlenmesi ve ortam hava kalitesinin belirlenebilmesi için bilgisayar, C# programlama dili ile programlanmıştır. 10x10 m2 'lik bir kapalı ortamda her 5 sn'de bir ilgili parametreler ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre ortamın insan sağlığı için uygun olduğu gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kablosuz Sensör Ağ, Nem ve Sıcaklık Sensörü, CO Sensörü, Toz sensörü, Hava Kalite Endeksi

I. GİRİŞ

İnsanlar, okul, hastane, fabrika gibi kapalı ortamlarda kalmak zorunda olup günün en az sekiz saatini bu tür ortamlarda geçirmektedir. Kalitesi kötü kapalı ortam havası, alerji ve solunum yolları hastalıkları gibi büyük sağlık sorunlarına neden olabilmektedir[1]. Baş ağrısı, göz kaşınması gibi sorunlar rahatsızlıkların oluşmasına ve çalışanların veya ortamda bulunanların etkilenmesine hatta çalışanların doğrudan üretkenliğinin azalmasına neden olmaktadır. Bu yüzden hava kalitesinin gözlemlenmesi kontrol edilmesi ve insan sağlığına zarar vermeyecek seviyelere ortam hava kalitesinin getirilmesi önem arz etmektedir. Hava kirliliği iki sınıfta incelenebilir. Bunlar sırasıyla açık ortam ve kapalı ortam hava kirliliğidir[2]. Açık ortamlarda hava kirliliğinin kontrol edilmesi uluslararası bir problemdir. Bu problemin çözümü için standartlar ve politikalar uluslararası platformlarla ve standartlarla belirlenmiştir[3]. Diğer yandan kapalı ortam hava kirliliğinin kontrolü kurum veya ortam sahibi tarafından sağlanmalıdır. Bunun için ilk yapılması gereken hava kalitesinin ölçümüdür. Hava kalitesini belirleyebilmek için bir çok parametre dikkate alınmaktadır. Bu parametrelerden bir kaç Karbon monoksit (CO), Azot dioksit (NO₂), Kükürt dioksit (SO₂), toz, yüksek nem ve sıcaklıktır[4,5,6]. Bahsedilen bu parametrelerin insan sağlığına zarar vermeyecek seviyelerde tutulması gereklidir. Bunun için hava kalitesinin belirlenmesi, havalandırma ve klima sistemi ile ortam hava kalitesinin istenen düzeylerde olması için kontrol sistemleri devreye alınmalıdır.

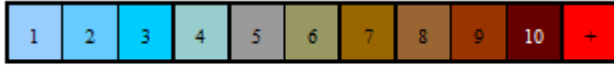
Ortamın kontrolü, sürekli yapılmalı mevsimlere göre insanların kendilerini rahat hissedebilecekleri bir seviyede tutulmalıdır. Sıcaklık çok düşük veya çok yüksek derecelerde

olmamalıdır. Yaz aylarında kapalı ortam hava sıcaklığı genellikle dış ortam sıcaklığına bağlı seçilmesine rağmen, kış aylarında kapalı ortam sıcaklığı ortamın kullanım amacına ve tipine göre belirlenmektedir. Genel olarak beklenen sıcaklık 20-26C arasında istenmektedir. Bağlı nem için istenen seviye %30-80 arasında olmalıdır.

Hava kalitesini belirleyen bir diğer parametre katı ve sıvı olabilen partikül maddedir. Partikül madde, solunum yoluyla insanların ciğerlerine alabileceği kadar küçük olan her türlü ortamda havada bulunan maddeciklerin genel adıdır. Partikül maddeler gözle görülebilecek kadar büyük tozlar olabileceği gibi bir çok filtreden geçebilecek kadar küçük mikroskobik partiküllerde olabilmektedir. PM olarak ifade edilen Partikül maddelerin çapı 10 ve hatta 2,5 µm den küçük olabilmektedir. 10 µm' den küçük partikül maddeler PM10, 2,5 µm den küçük olan solunabilir partiküller maddelerde PM2.5 olarak bilinirler[7].

Hem iç hemde dış ortamlar için hava kalite endeksinin belirlenmesinde önem arzeden bir diğer zararlı gaz CO, sessiz katil olarak bilinir[2,5]. Renksiz, kokusuz tatsız olması ve deride tahriş etme özelliğinin olmaması nedeni ile fark edilmesi zordur. Bu yüzden ortam hava kalite endeksinin sürekli ölçülmesi ve ortamın kontrol edilmesi gereklidir.

Dünyada yaygın olarak kullanılan, Hava Kalitesi Endeksi (HKE) denilen parametre havadaki insan sağlığına zararlı kirlenmelerin konsantrasyonlarına göre hava kalitesini iyi, orta, kötü, tehlikeli vb. şeklinde derecelendirme yapmak için kullanılmaktadır[8]. Dünyanın pek çok ülkesinde HKE hesaplanmasında kullanılan yöntem ve kriterler, kendi ülkelerinde uygulanan hava kalitesi standartlarına uygun şekilde oluşturulmuştur. Ancak HKE'nin belirlenmesi için bilinen kesin bir yöntem yoktur. Şekil.1 HKE skalasını göstermektedir. Bu skalaya göre ortamın insan sağlığına zarar vermeyecek düzeyde olması için HKE değerinin maksimum 4-6 arasında olması gereklidir.



1-3:Düşük, 4-6:Orta, 7-10:Yüksek, 10-+:Çok Yüksek

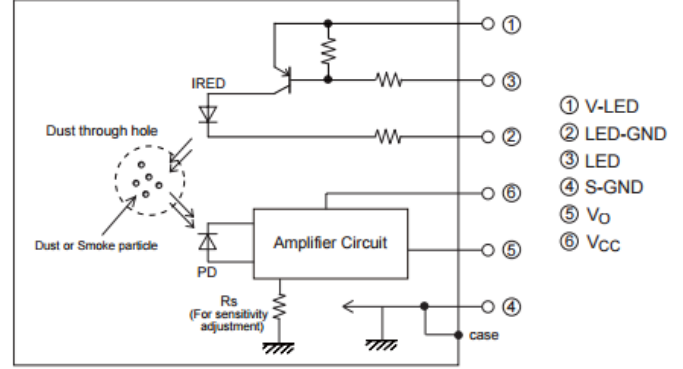
Şekil.1 Hava Kalite Endeksi skalası,

Bu bildiride kapalı bir ortamda HKE'nin belirlenmesi için bir kablosuz sensör ağı oluşturulmuştur. Kablosuz ağ ile ortamın sıcaklık, nem, toz ve CO gaz ölçümleri yapılmıştır. Bu amaç için bildirinin geri kalan bölümleri aşağıdaki gibi organize edilmiştir. İkinci bölümde kullanılan sensörlerin yapısı verilmiştir. Üçüncü bölümde gerçekleştirilen kablosuz sensör ağı yapısı verilmiş ölçümlerin yapılabilmesi için gerekli yazılımlardan bahsedilmiş yapılan ölçümler değerlendirilmiştir. Sonuç bölümünde kısa bir tartışma verilmiştir.

II. TOZ, CO, SICAKLIK VE NEM SENSÖRLERİ

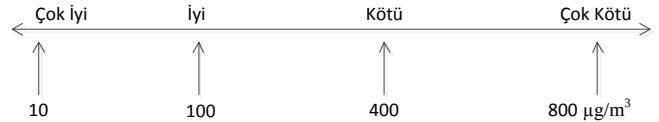
Bu bildiride, hava kalite endeksinin belirlenmesi için kapalı bir ortamdaki toz, CO gazı ve sıcaklık ve nem parametreleri dikkate alınmıştır. Gerçekleştirilen kablosuz sensör ağında, toz, sigara ve duman gibi zararlı partiküllerin

tespit için düşük güç tüketimli 0.5V / 0.1 mg / m3 hassasiyetli GP2Y1010AU0F toz sensörü kullanılmıştır. Optik algılamalı GP2Y1010AU0F sensör içerisinde infrared emitting diode (IRED) ve bir fototransistör bulunmaktadır. Havadaki sigara dumanı gibi ince tozdan ve ev gibi kapalı ortamdaki tozdan yansıyan ışığı algılayabilmektedir. Sensörün tozu algılaması için gerekli elektronik devre şekil.2 deki gibidir.



Şekil.2 Toz sensör yapısı

Hava kirleticiler havada başlıca iki şekilde bulunmaktadır. Bunlardan biri gaz kirleticiler, diğeri de partikül yani toz kirleticilerdir. Kirlenmeye neden olan partiküller/tozlar PM10 ve PM2.5 olarak iki grupta değerlendirilmektedir. PM10 tozların yarıçapının 10 µm daha büyük olması anlamına gelmektedir. Bu tür büyük tozlar solunumla akciğerin derinliklerine geçemez. Buna karşılık PM 2.5 çapı 2.5 mikrometreden daha küçük tozlar solunumla akciğerin derinliklerine kadar geçebilmekte ve oradan da kana geçebilmektedir. Bu nedenle de PM 2.5 tozlar çok daha zararlı hava kirleticilerdir. Şekil.3 PM 2.5 için hava kalite skalasını göstermektedir. PM değerinin özellikle 400 µg/m³ değer üstü canlılar için tehlike sınırı olarak kabul edilmektedir.



Şekil.3 Toz(PM2.5) sensör skalası

Hava kalite endeksinin belirlenmesinde öneme sahip bir diğer hava kirleticisi Karbon monoksittir. Solunan havada karbon monoksit konsantrasyonu yüksek olursa, CO kana geçer ve oksijenin taşındığı hemoglobine O₂'den çok daha kolay bağlanır. Bunun sonucu olarak Oksihemoglobin meydana gelmez. Kanda Karboksihemoglobin artışı ile, dokulara oksijen taşınması gerçekleşmeyerek hücre ölümü meydana gelir.

Ortamdaki karbon monoksit gazını tespit etmek için MQ-7 karbon monoksit gaz sensörü kullanılmıştır. Bu sensör 10ppm ve 10.000ppm konsantrasyonlarda karbon monoksiti algılar.

Sistemde kullanılan bir diğer sensör DHT11 sensörüdür. Yüksek güvenilirliğe sahip olan bu sensör uzun süre çalışmalarda da uygun sonuçlar verebilmektedir. DHT11 8 bit mikroişlemciye sahip olup hızlı ve doğru hassasiyette sonuç

verebilmektedir. 0 - 50°C arasında 2°C hata payı ile sıcaklık ölçen bu sensör, %20-%90 RH arasında %5 RH hata payı ile nem de ölçebilmektedir.

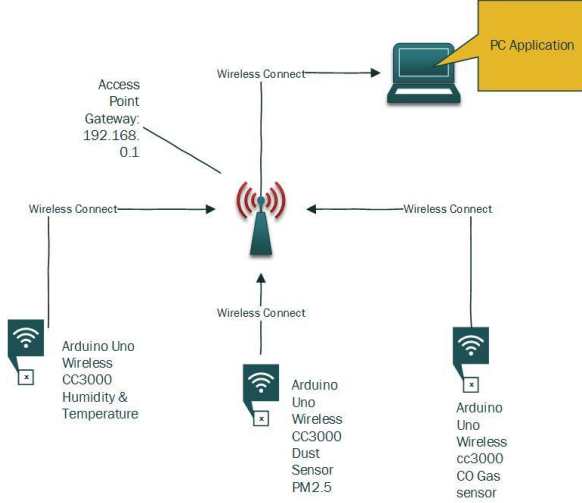
III. HAVA KALİTE ENDEKSİNİN ÖLÇÜLMESİ

Hava kalite endeksini ölçmek için geliştirilen kablosuz sensör ağı iki bölümde oluşmaktadır. Bunlar sistemin donanım yapısı ve ölçümlerin yapılması için donanımın programlanmasıdır.

A. Tasarlanan Kablosuz Ağ ve Donanım

Kapalı ortamdaki hava kalitesini belirleyebilmek için gerekli parametrelerden nem sıcaklık CO ve tozun ölçülmesi birer Arduino set kullanılarak elde edilmiştir. Kapalı ortama konumlandırılan Arduino setler üzerinde Wifi haberleşmesi için CC3000 set kullanılmıştır. 802.11b/g kablosuz ağ, Wi-fi, şifresiz/WEP/WPA/WPA2 güvenlik ve TKIP & AES desteğine sahip CC3000 hem istemci hemde sunucu modunda TCP ve UDP protokol desteğine sahiptir. Bu özellik CC3000'nin bir Access point'e bağlanabilmesine imkan tanır. Ayrıca CC3000 modülü SmartConfig özelliği sayesinde yeni bir Wifi ağına bağlanması durumunda her defasında yeni ağın ID ve şifresinin girilmesine gerek yoktur. Yani ağa otomatik olarak dahil olabilmektedir. Bunun yanısıra PC uygulaması ile CC3000 modüle doğrudan erişim sağlanabilmektedir.

Geliştirilen kablosuz ağdaki 3 arduino set ve herbir arduino set üzerindeki CC3000 modülleri sayesinde ölçülen parametreler bir PC'ye aktarılmaktadır. Bu amaç için Şekil.4 teki tasarım kullanılmıştır. Parametrelerin elde edilmesi için PC üzerinde koşturulan yazılımlar ile her 5 saniye aralıklarla CO gazı, toz, nem ve sıcaklık ölçümleri elde edilmiştir.



Şekil.4 Kurulan Kablosuz Sensör Ağı

B. Donanımın Programlanması

Kapalı ortamdan ölçülen parametreleri değerlendirebilmek için sensörlerden ölçümlerin elde edilmesi, CC3000 kablosuz modülün programlanması ve uygulama yazılımının gerçekleştirilmesi gereklidir. GP2Y1010AU0F toz sensörü, MQ-7 CO gaz, DHT11 Sıcaklık ve nem sensörleri tarafından

ortam parametrelerinin ölçülmesi için Algoritma 1'de verilen program parçaları kullanılmıştır.

Algoritma.1 a) Toz b)CO c)Sıcaklık ve Nem parametrelerinin ölçülmesi

```
digitalWrite(ledPower,LOW);
delayMicroseconds(samplingTime);
vo=analogRead(measurePin);
delayMicroseconds(deltaTime);
digitalWrite(ledPower,HIGH);
delayMicroseconds(sleepTime);
gerilim=vo*(3.3/1024.0);
tozyogunlugu=0.17*gerilim-0.1
Serial.print(tozyogunlugu);
```

a)

```
const int AOUTpin=A0;
const int ledPin=13;
int deger;
Serial.begin(9600);
pinMode(DOUTpin, INPUT);
pinMode(ledPin, OUTPUT);
deger=analogRead(AOUTpin);
Serial.println(deger);
```

b)

```
#include <dht11.h>
dht11 DHT11;
#define DHT11PIN 2
unit8_t chk=DHT11.read(DHT11PN);
Serial.println(DHT.humidity, DEC);
Serial.println(DHT11.temperature, DEC);
```

c)

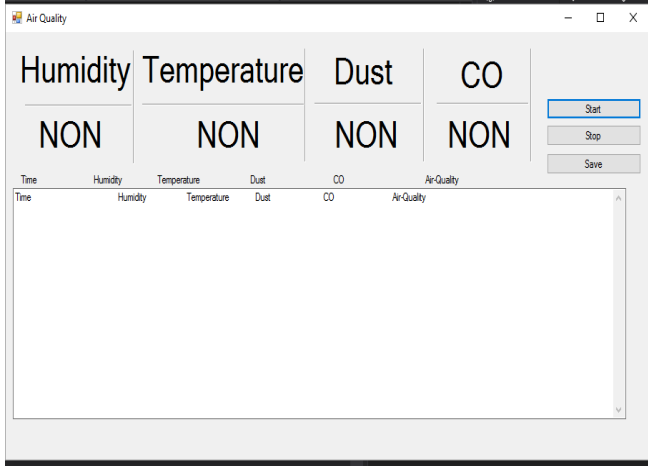
Elde edilen ortam parametrelerinin Access point üzerinden PC'ye iletilmesi ve iletişimin kurulması için CC3000'nin programlanması gereklidir. Algoritma.2 CC3000 ile Access point arasında iletişimin kurulması, şifre port tanımlamalarını, nem ve sıcaklık değerlerinin gönderilmesi için uygulama programının bir bölümünü göstermektedir.

Algoritma.2 CC3000'ün programlanması

```
#define wlan_ssid "mynetwork"
#define wlan_pass "mypassword"
#define wlan_security wlan_sec_wpa2
#define listen_port 80
#define max_action 10
#define max_path 64
client.print (DHT11.humidity, DEC);
client.print(DHT11.temperature, DEC);
```

Elde edilen verilerin tek bir noktada toplanması, değerlendirilmesi, hem görsel arabirimle ifade edilmesi hemde text dosyası formatında saklanması için PC üzerinde koşturulan, C# programlama dili kullanılarak bir program geliştirilmiştir. Bu program ölçülen değerlerin kritik düzeyleri üzerinde bir değer ölçülmesi durumunda uyarı vermektedir. Geliştirilen yazılımın arayüzü Şekil.5' te verilmiştir. Şekil.6'da verilen kod bölümü ise herbir arduino setin

uygulama programına access point üzerinden verileri PC'ye gönderilmesi için uygulama programına eklenmiştir.



Şekil.5 Uygulama programının arayüzü

```
System.Net.WebClient web = new System.Net.WebClient();
System.IO.Stream stream = web.OpenRead("http://192.168.0.102");
using (System.IO.StreamReader reader = new System.IO.StreamReader(stream))
{
    String text = reader.ReadToEnd();
}
```

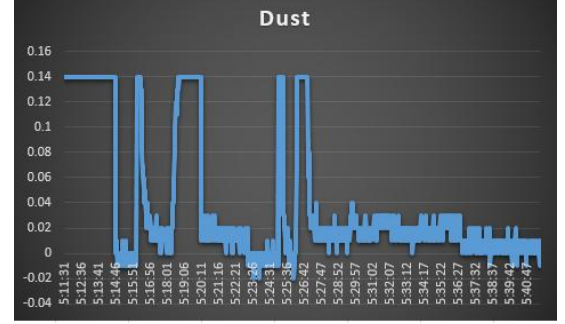
Şekil.6 Sensörler tarafından ölçülen verilerin access point üzerinden PC'ye gönderilmesi

Şekil.7 10x10 m2 lik bir alanda yapılan ölçümler ile sırasıyla Toz, CO, sıcaklık ve nem, değişimlerinin bir bölümünü göstermektedir. Ölçümler her 5 sn de bir yapılmıştır. Ölçüm süresi toplam 30 dakika sürmüştür. Ortamdaki toz ve CO değişimleri belirgin bir şekilde elde edilmiştir. Ancak ortam sıcaklık ve nem değerleri ani olarak değişmediğinden dolayı yapay olarak ortamdaki sıcaklık ve nem değiştirilmiştir. Bu yüzden sıcaklık ve nem değişimleri belirli zaman dilimlerinde ani olarak değişim göstermektedir. Sıcaklık ve nem değişimleri sırasıyla 32-33 C°, %29-%31 arasındadır. Buna karşın CO 110-275 ppm, Toz ise 0.0-0.14 mgr/m³ arasında değişmektedir. Şekil 1'e göre dönüşüm yapıldığında toz için maksimum 140 µg/m³ ölçülmüştür. Ölçüm yapılan süre boyunca herhangi bir uyarı elde edilmemiş olup kapalı ortam insan sağlığına uygundur.

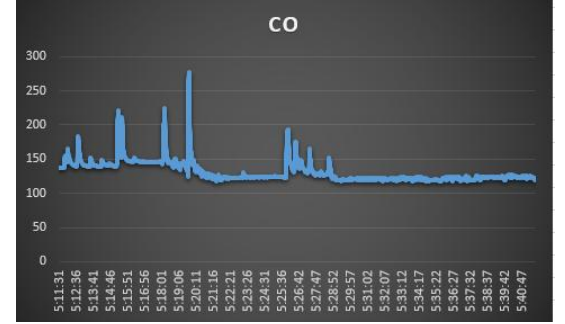
IV. SONUÇLAR

Birçok insan yaşamlarını hastane, okul gibi kapalı ortamlarda devam ettirmektedir. Bu ortamların özellikle hava kalitesinin insan sağlığına uygun olması günümüzde çok önem kazanmıştır. Bu çalışmada kapalı ortamlardaki hava kalitesinin ölçülmesi için bir kablosuz sensör ağı kurulmuştur. Sensörler ortam parametrelerini bir Access point üzerinden bir PC ile iletmektedir. Elde edilen verilerin değerlendirilmesi için bu yapı önem arz etmektedir. Verilerin zamanla değişimleri incelendiğinde ortam hava kalitesinin iyi olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca hava kalitesini izlemek için kurulan bu sistem, merkezi ısıtma ve havalandırma sistemlerinin kontrolü,

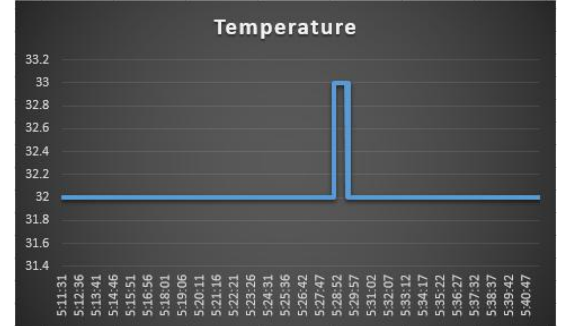
elektrik tüketiminin minimum seviyelere indirilmesi için temel yapı teşkil etmektedir.



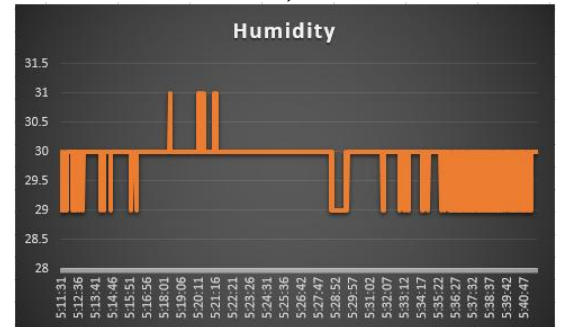
a)



b)



c)



d)

Şekil.7 a) Toz b) CO c) Sıcaklık d) Nem sensörleri tarafından ölçülen parametrelerin değişimi,

KAYNAKLAR

- [1] V.Ramya, B. Palaniappan, "Embedded system for Hazardous Gas detection and Alerting", International Journal of Distributed and Parallel Systems, Vol:3, No:3, May 2012 DOI: 10.5121/ijdp.2012.3324 287.

- [2] B. V. D. Zwaan R. Gerlagh, "Economics of geological CO₂ storage and leakage", Climatic Change, Vol: 93, p: 285–309, 2009.
- [3] S. M. Klara, R. D. Srivastava, H. G. McIlvried, "Integrated collaborative technology development program for CO₂ sequestration in geologic formations", Energy Conversion and Management, Vol: 44, No: 17, p: 2699–2712, 2003.
- [4] L. V. Shum, P. Rajalakshmi, A. Afonja, G. McPhillips, R. Binions, L. Cheng, S. Hailes, "On the Development of a Sensor Module for real-time Pollution Monitoring", International Conference on Information Science and Applications , p:1-9, 2011.
- [5] D. Annie Chandra M.E., J. Vidyabharathy M.E, "Wearable Carbon Monoxide Warning System Using Wireless Sensors", IOSR Journal of Electronics and Communication Engineering, Vol: 9, Issue:2, p:25-29, 2014.
- [6] X. Liu, S. Cheng, H. Liu, S. Hu, D. Zhang, H. Ning, "A Survey on Gas Sensing Technology", Sensors, 12, p:9635-9665,2012.
- [7] W. Y. Yi, K. M. Lo, T. Mak, K. S. Leung, Y. Leung, M. L. Meng, "A Survey of Wireless Sensor Network Based Air Pollution Monitoring Systems", Sensors, 15, p:31392–31427, 2015.
- [8] https://www3.epa.gov/airnow/aqi_brochure_02_14.pdf

Üretim Planlamada Yapay Sinir Ağı Modeli: Tekstil Endüstrisinde Bir Çalışma

Artificial Neural Network Model for Production Planning: A Case Study in The Textile Industry

Semih UTKU

Department of Computer Engineering
Dokuz Eylül University
İzmir, Turkey
semih@cs.deu.edu.tr

Ali İhsan Ertok

Datakod Bilgisayar Kont. Tan. Sis. San. ve Tic. A.Ş.
İzmir, Turkey
aliihsan.ertok@datakod.com.tr

Seycan ÇAĞLAN

Barsesa Eğitim ve Danışmanlık A.Ş.
İzmir, Turkey
seycan@barsesa.com

Özet—Yapay sinir ağlarının kullanımı birçok alanda giderek yaygınlaşmaktadır. Yapılan çalışmalar yapay sinir ağlarının birçok alanda başarı ile kullanıldığını göstermektedir. Firmalar hızlı ve daha doğru kararlar alabilmek için iş süreçlerinde yapay sinir ağlarına kullanmaya başlamışlardır. Bu çalışmamız da yapay sinir ağlarının tekstil endüstrisinde üretim planlamada kullanımı üzerine çalışılmıştır. Çalışmamızda Weka ve R yazılımlarının da dâhil olduğu bazı yapay sinir ağı kütüphaneleriyle testler yapılmıştır. Bir tekstil veri seti üzerinde Levenberg-Marquardt geri yayılım yöntemini içeren yapay sinir ağı yöntemi denenmiştir. Test sonuçlarında %81.44 lük başarılı eşleştirilmiş sonuçlara ulaşıldığı görülmüştür. Bir geri yayılım yöntemi olan Levenberg-Marquardt yöntemi ile istenen başarının elde edildiği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmamız ile tekstil endüstrisinde; üretim planlamada yapay sinir ağları kullanımı sayesinde, üretim planlamanın hızlı ve doğru bir şekilde yapılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler—Yapay Sinir Ağları, Levenberg-Marquardt, geri yayılım, tekstil, üretim planlama

Abstract—The use of artificial neural networks is becoming increasingly common in many areas. Studies show that artificial neural networks are used in many areas successfully. Companies have begun to use the neural networks in business processes to make decisions faster and more accurate. In this study, usage of artificial neural networks in textile industry for production planning is studied. In the study, tests were made with some artificial neural network library that included in the Weka and R software. Artificial neural network method was applied on a textile dataset by using Levenberg-Marquardt back propagation. In test results, %81.44 successfully matched results was seen. The desired success is obtained with the Levenberg-Marquardt method as a back propagation method. According to our study, in textile industry, production planning can be done quickly and more accurately with the use of artificial neural networks.

Index Terms—Artificial neural networks, Levenberg-Marquardt, backpropagation, textile, production planning

I. GİRİŞ

Yapay sinir ağları; sayısal mevcut verilerden öğrenme, öğrenilen verileri hafızaya alma ve hafızaya alınmış verileri kullanılarak insan beyni gibi veriler arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmayı hedefleyen bilgisayar tabanlı modellenme sistemidir. Yapay Sinir ağlarının kullanım alanları, büyük veri yığınlarının olduğu günümüzde, verilerin anlamlandırılması ve ilişkilendirmesine olan ihtiyaçtan dolayı git gide artmaktadır. Büyük veri yığınlarının olduğu, bu verileri kullanarak anlamlı sonuç ve analizlere ihtiyaç duyan temel alanların başında endüstri uygulamaları gelmektedir. Endüstriyel alandaki uygulamalara, inşaat alanındaki ekipmanların üretkenliğinin tahminlenmesi [1], iş memnuniyeti ile iş performansı arasındaki ilişkinin tahminlenmesi [2] ve tarımsal alanda süt üretiminin tahminlenmesi [3] gibi birçok farklı alanlarda yapılan çalışmalar ve farklı kullanımlar örnek olarak verilebilir. Tekstil alanı da; firmaların planlama, tedarik, üretim ve sevkiyat süreçleri gibi farklı bileşenleri bir arada bulunduran endüstriyel alanlardan biri olarak öne çıkmaktadır. Bu alandaki temel ihtiyaç üretim sırasındaki işlemlerin doğru bir şekilde planlanmasını ve gerçekleşmesini sağlamak adına tahminlemelerin yapılmasıdır.

Ülkemizdeki tekstil sektörü gerek firma sayısı gerekse bağlı olduğu alt firmalarda ki çalışan sayısı bakımından önemli bir sektör olarak öne çıkmaktadır. Planlama sürecinde önceden kestirilemeyen durumlar, tedarik sürecinde firmaların gerekli olan teslim sürelerine uyamaması, üretim sürecindeki planlama eksiklikleri ve sevkiyat sürecindeki sorunlar ele alındığında birçok farklı sürece bağımlı olaylar dizgisinin bir arada bulunduğu görülmektedir. Bu kadar farklı etkenin bir arada

bulunmasından dolayı, gelen taleplerin termin sürelerinde gecikmeler oluşmaktadır. Bu da işletmelerin güvenilirliğinde sorunlar oluşturmaktadır. Üretim sürecinde planlanan işlerin zamanında gerçekleşip gerçekleşmeyeceğinin karar destek sistemleri ile tahminlenmesi ve iş planının doğru şekilde oluşturulması firmaların sürdürülebilirliği açısından genel bir ihtiyaç haline gelmektedir. Giysi üretimi ve sevkiyatı sırasında kumaşın tedarik edilmesinden teslim edilmesine kadar birden fazla işlem süreçleri bulunmaktadır. Bu işlemlerin bazılarının birbiriyle eş zamanlı, bazılarının ise birbirini takip edecek şekilde gerçekleşmesi ve planlanması gerekmektedir. Birbirini takip edecek olan işlemlerden, ilk yapılan işlemlerde oluşan gecikmeler siparişin tamamlanmasını aksatabilmektedir. Her bir işlemin doğru bir şekilde planlanması ve bu plana göre gerçekleşmesi, müşteri memnuniyeti, firma güvenilirliği ve pazar payına olan etkisini de önemli derecede etkilemektedir.

Bu çalışma kapsamında; siparişler için yapılan planlamaların daha başarılı olması adına bir karar destek sistemi geliştirilmesi hedeflenmiştir. Çalışma sonucunda; üretim planlama yapan firmalar, benzeri bir iş geldiğinde bu işin doğru zamanda yapılıp yapılamayacağına karar verebilmektedir. İstenilen zamanda üretilmeyecek ürünlerin belirlenmesi sonucunda firmalar; planlamasını değiştirebilecekleri ya da üretim sürecini gözden geçirebilecekleri imkanı kazanmış olacaklardır.

Çalışma içerisinde veri seti öncelikle Weka[4] ve R[5] yazılımlarının içerdiği birden çok tahminleme yöntemleriyle test edilmiştir. Weka ve R yazılımlarının da dâhil olduğu bazı yapay sinir ağı kütüphaneleriyle, modelin eğitimi için iki farklı geri yayılım (backpropagation) yöntemi kullanılarak testler yenilenmiştir. Çalışma kapsamında test edilmiş olan yapay sinir ağı yöntemlerinde veri setinin yapısından kaynaklı olarak yeterli başarı yüzdeleri alınamamıştır. Bunun üzerine, Accord.NET kütüphanesinin Levenberg-Marquardt geri yayılım yöntemini içeren yapay sinir ağı yöntemi denenmiştir. Alınan sonuçların olumlu olduğu değerlendirilerek, yöntemin içerdiği parametrelerin değiştirilmesiyle testler uygulanmış ve başarı oranının olabildiğince yükseltilmesi sağlanmıştır. Testlerin sonunda iyi bir başarı oranı yakalandıktan sonra, bir Windows Form uygulaması geliştirilerek kullanıcıya kolayca yeni verileri test edebileceği bir karar destek platform oluşturulmuştur.

Çalışmanın organizasyonu şu şekildedir: 2. Bölümde ilişkili çözümler ve bu alanda yapılmış güncel akademik çalışmalar yer almaktadır. 3. bölümde veri setinin hazırlanması, uygulanan tahminleme testleri, uygulanan Levenberg-Marquardt yöntemi aktarılmıştır. Bölüm 4'te geliştirilen uygulamadan bahsedilmiştir. 5. bölümde yapılan testlerin değerlendirilmesi ve sonuç kısmı aktarılmıştır. Bölüm 6 da, gelecek çalışmalar yer almaktadır.

II. İLİŞKİLİ ÇALIŞMALAR

Günümüzde, yapay sinir ağlarının kullanımı; firmaların iflas tahmini [6], kısa zamanlı rüzgâr gücünün tahmini [7], borsa durumunun tahmini [8], alternatif bir yakıt kullanımındaki motorun performans tahmini [9] nişasta bazlı gıda maddelerinin sterilizasyonu için gerekli sıcaklığın tahmini

[10] gibi çeşitli alanlarda karar destek sistemleri için kullanılan yöntemler arasında yaygınlaşmaktadır.

Yapay sinir ağlarının kullanıldığı alanlardan birisi de maliyet tahminidir. Yapılan bir çalışmada, maliyetin hesaplanmasının kolay olmadığı metal levha parçalarının maliyetin tahminlenmesi üzerine çalışılmıştır [11]. İdeal bir durumda, bir ürünün maliyetini hesaplamak için tüm gerekli bilgiler elde olsa da, bazı ürünler için bu geçerli olamamaktadır. Metal levha parçalarının üretimi ve üretim esnasındaki parametrelerin farklılığından oluşan durum, maliyetin hesaplanmasını zorlaştırmaktadır. Çalışmada doğrusal regresyon ve yapay sinir ağları kullanılarak maliyet tahminlemesi yapılmıştır. Bu iki yöntemin başarıları karşılaştırılmış ve değerlendirilmiştir. Yapılan testlerin sonucunda, hesaplama içerisindeki girdi değişkenlerinin sayısı sınırlı olduğunda doğrusal regresyon kullanılabileceken; girdi değişkenlerinin sayısının arttığı durumlarda ve değişkenlerin birbiriyle olan ilişkileri karmaşılaştığında, tahminlemenin yapay sinir ağlarıyla daha başarılı bir şekilde gerçekleştiği görülmüştür. Maliyet tahminiyle ilgili yapılan bir diğer çalışmada ise, fren disklerinin üretim maliyetlerinin tahminlenmesi için regresyon yöntemleri ve yapay sinir ağları karşılaştırılmıştır [12]. Ulaşılan sonuç, bir önceki çalışmayla aynı olup, girdi değişkenlerinin fazla ve aralarındaki ilişkilerin karmaşık olduğu durumlarda yapay sinir ağları, regresyon yöntemlerine göre çok daha iyi sonuçlar vermiştir.

Çalışanların verimi ve hizmet kalitesini inceleyebilmek adına, Kanada da bir banka şubesi verileri üzerinde, veri zarflama analizi (data envelopment analysis) ile birlikte geri yayılım yöntemiyle yapay sinir ağları kullanılmıştır [13]. Yapılan test yöntemlerine yapay sinir ağlarının dâhil olmasıyla, daha fazla parametreyi içeren ve iyi performans oluşturan farklı modeller keşfedilmiştir. Bu modellemeler kullanılarak banka şubesi içerisindeki verimli birimlere ulaşılabilmiştir. Kötü performans gösteren birimlere, performanslarını nasıl yükseltebilecekleri konusunda yönlendirmeler yapılmıştır.

Enerji alanında; Al-Fattah ve Startzman'ın [14] yaptığı bir çalışma içerisinde, 2020 yılında ABD'nin sağlayacağı doğal gazı tahminlemek adına yapay sinir ağları kullanılarak bir model geliştirilmiştir. 1950-1990 tarihleri arasındaki yıllık veriler üzerinde bir takım optimizasyonlar gerçekleştirilmiştir. Optimizasyon sonucu elde edilen veriler hızlı yayılım (quick-propagation) yöntemi ile yapay sinir ağının eğitimin de kullanılmıştır. Eğitim seti içerisinde bulunmayan 1990-1998 tarihleri arasındaki veriler ile tahminlemeler yapılmıştır. Yapılan testin sonucunda tahminlemenin, gerçek veri ile birebir örtüştüğü görülmüştür. Bir diğer çalışmada Yunanistan'ın uzun dönemli enerji tüketimini tahminlemek adına yapay sinir ağları kullanılmıştır [15]. Bu çalışma içerisinde, Yunanistan'ın 2005-2008 tarihleri arasındaki enerji tüketim verileri, 5 adet geri yayılım yöntemlerinin (Levenberg-Marquardt, Gradient descent, Quasi-Newton ve Random Order Incremental) farklı kombinasyonlarda beraber kullanılmasıyla eğitilmiştir. Yapılan testlerin ardından, Levenberg-Marquardt ve Gradient Descent yöntemlerinin beraber kullanılmasıyla oluşturulan yöntemin en iyi sonucu verdiği gözlenmiştir. Daha sonra, bu kullanılan yöntem, başarılı bir sınıflandırma yöntemi olan Support Vector

Machine (SVM) yöntemi ile karşılaştırılmış ve yapay sinir ağlarının SVM yöntemi kadar başarılı olduğu gözlenmiştir. Bu sonuçlara bakıldığında enerji tüketiminin tahminlenmesinde yapay sinir ağlarının kullanımının yararlı olabileceği kanısına varılmıştır.

Başka bir çalışmada, geri yayılım yöntemini kullanan bir yapay sinir ağı modeliyle, her şekle sahip olan gıda ürünlerinin dondurulma süresinin tahminlenmesi gerçekleştirilmiştir [16]. Yapay sinir ağı içerisindeki gizli katmanda bulunan sinir sayısı ve yapay sinir ağının momentumu değiştirilerek, yöntemin başarısının artırılması hedeflenmiştir. Yapılan testlerin sonucunda, geri yayılım yönteminin gıda ürünlerinin donma sürelerini tahminlemede başarılı olduğu sonucuna varılmıştır.

Tüm bu çalışmalar farklı birçok alanda yapay sinir ağlarının başarı ile kullanıldığını göstermektedir. Çalışmalar da yapay sinir ağının sahip olduğu parametrelerin iyi bir şekilde ayarlanmasının gerekliliği öne çıkmıştır. Bu çalışma kapsamında da farklı parametrelerin oluşturduğu üretim verileri kullanılmıştır. Çalışma ile de tekstil alanında gelen bir üretim işinin doğru zamanda yapılıp yapılamayacağına karar verebilmesi hedeflenmektedir.

III. YÖNTEM

Çalışma içerisinde, 2014-2016 yılları arasındaki 21 aylık giysi üretim işlemlerini içeren bir veri seti kullanılmıştır. Kullanılan veri seti ile işlemlerin planlanan tamamlanma süresinde başarılı bir şekilde gerçekleşip gerçekleşmeyeceğinin tahminlenmesi yapay sinir ağlarının kullanımıyla yapılmıştır. Elde edilen tahminleme verisi mevcut veriler ile karşılaştırılıp sistemin tutarlılığı / tahminleme oranı kontrol edilmiştir. Yaklaşık olarak 80.000 adet veri içeren veri seti içerisinde 12 adet (müşteri grubu, müşteri adı, ürün grubu, kumaş tipi, işlem adı, başlangıç tarihi, bitiş tarihi, özel işlem türleri vb.) nitelik bulunmaktadır. Bu niteliklerden sınıflandırmada kullanılacak olan nitelik; plana uyumluluk olup, başarılı veya başarısız olarak iki olası değeri bulunmaktadır. Başarılı olması üretimin zamanında yapıldığını, başarısız olması ise üretimin istenilen termin süresinde yapılmadığı anlamına gelmektedir. İlk aşamada veriler üzerinde veri seti düzenlenmesi işlemi gerçekleştirilmiştir.

A. Veri Setinin Düzenlenmesi

Veri seti ile yapılacak olan testlerde başarı oranını arttırmak ve güvenilirliği sağlamak adına uç değer (outlier) olan veriler tespit edilmiş ve veri setinden çıkarılmıştır. Uç değerler, diğer gözlemlenmiş noktalara uzak olan bir gözlem noktalarıdır [17]. Uç değerlerin tespit edilmesi için, Weka yazılımı içerisindeki SVM algoritmasına ait olan tek sınıf (one-class) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem ile tüm veriler tek bir sınıf altında toplanmıştır. Bu sayede bu sınıfa giremeyecek uzaklıktaki veriler (uç değerler) tespit edilmiştir. Yapılan tespitin sonucunda yaklaşık olarak 40.000 verinin uç değer olduğu belirlenmiştir ve bu veriler veri setinden çıkarılmıştır. Uç değerlerin veri setinden çıkarılmasının ardından yapılan bir tahminleme testindeki başarı oranı, uç değerlerin çıkarılmamış haliyle yapılan teste göre %12 artış göstermiştir. Veri seti üzerinde daha iyi sonuçlar almak ve işlemlerin hızlıca yapılması adına, yapay sinir ağları üzerinde normalizasyon

yapmanın önemi bilinmektedir [18]. Bu nedenle uç değerlerin çıkarılmasından sonra veri seti üzerinde normalizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Veri seti üzerinde veriler, maksimum ve minimum değerlere göre Denklem 1'de görülebilecek olan formül ile $[-1,1]$ aralığına ölçeklendirilmiştir. Normalizasyonun ardından veri seti %70/%30 oranında eğitim ve test seti olarak ayrılmıştır. Bu oranlar yöntemlerin eğitiminde ve test edilmesinde kullanılmak üzere belirlenmiştir.

$$X' = \frac{X - (X_{\max} - X_{\min}) / 2}{(X_{\max} + X_{\min}) / 2} \quad (1)$$

B. Uygulanan Tahminleme Testleri

Yapay sinir ağlarının kendi içerisinde kullanılan yöntemlere göre ve diğer yöntemlere göre başarısı karşılaştırmak amacıyla, veri seti birçok yöntem ile test edilmiştir. Veri seti ile aşağıdaki belirtilen yöntemler kullanılarak testler gerçekleştirilmiştir:

- Weka yazılımı içerisinde bulunan Random Forest, Random Tree, J48 karar ağacı yöntemleri, Naive Bayes olasılıksal sınıflandırma yöntemi, SVM sınıflandırma yöntemi ve Multilayer Perceptron isimli eğitim için Broyden-Fletcher-Goldfarb-Shanno (BFGS) [19] geri yayılım yöntemini kullanan çok katmanlı sinir ağı yöntemi,
- R yazılımı içerisinde bulunan Random Forest karar ağacı yöntemi, SVM sınıflandırma yöntemi ve eğitim için Resilient Backpropagation (RPROP) [20] geri yayılım yöntemini kullanan çok katmanlı yapay sinir ağı yöntemi,
- Fast Artificial Neural Network (FANN) [21] kütüphanesinin içerdiği, eğitim için RPROP yönteminin kullanıldığı yapay sinir ağı yöntemi.

Yapılan testlerin ardından, en iyi başarı oranını sağlayan yöntemlerin karar ağacı yapıları olan Random Forest, Random Tree ve J48 yöntemlerinin olduğu görülmüştür. Eğitimi BFGS ve RPROP geri yayılım yöntemi ile gerçekleştiren yapay sinir ağı yöntemlerinin kullanımıyla yeterli başarı oranı sağlanamamıştır. Testlerin en yüksek başarı yüzdesine sahip olan ilk 10 sonucu Tablo 1 üzerinde gösterilmektedir. Yapay sinir ağları ile yapılan testlerden yeterli başarı alınamamasından dolayı, geri yayılım yöntemi olarak Levenberg-Marquardt [22] yönteminin kullanıldığı yapay sinir ağı yönteminin denenmesine karar verilmiştir.

TABLO I. VERİ SETİ İLE YAPILAN TEST SONUÇLARI

Sıralama	Yöntem	Başarı Yüzdesi
1	Random Forest - Weka	77.98
2	Random Tree - Weka	77.69
3	Random Forest - R	76.94
4	J48 - Weka	76.79
5	Neural Network - R	68.51
6	Multilayer Perceptron - Weka	65.92
7	SVM - R	65.51
8	Neural Network - FANN	62.63
9	Naive Bayes - R	59.38
10	Naive Bayes - Weka	58.57

C. Levenberg-Marquardt Yöntemi

Levenberg-Marquardt algoritması, bir fonksiyonun tahminlenmesi için basit ve güçlü bir yöntemdir. Temelde denklem 2'nin çözülmesini içermektedir [22].

$$(J^T J + \lambda I) \delta = J^T E \quad (2)$$

J, sistemin Jacobian matrisi, λ Levenberg'in sönümler faktörü, δ , bulmak istenen ağırlık güncelleme vektörü ve E, her girdi vektörüne karşılık gelen çıktı hatalarını içeren hata vektörüdür. δ , daha iyi sonuç alabilmek adına ağırlıkların ne kadar değiştirilmesini gösterir. $J^T J$ matrisi aynı zamanda Hessian matrisi olarak da bilinir [22].

Sönümler faktörü olan λ , her iterasyonda ayarlanır ve optimizasyon işlemine kılavuzluk eder. Eğer E'nin alçalması hızlıysa, sönümler faktörü için daha küçük bir değer seçilerek algoritma Gauss-Newton algoritmasına [23] yaklaşır; eğer E'nin alçalması yavaşsa, sönümler faktörü artırılarak dereceli alçalma (gradient descent) yöntemine [24] yaklaştırılır.

1) *Jacobian Matrisinin Hesaplanması*: Jacobian matrisi, vektör değerli bir fonksiyonun tüm birinci derece kısmi türevlerinin matrisidir. Yapay sinir ağlarında, Jacobian matrisi bir $N \times W$ boyutlarında bir matristir. N eğitim seti içerisindeki veri sayısını ve W toplam parametre sayısını (ağırlıklar + sapmalar) göstermektedir. Denklem 3 de gösterilen Jacobian matrisi, her çıktıya karşılık gelen ağırlık göz önüne alınarak çıktıların kısmi türevlerinin alınmasıyla oluşturulur [22].

$$J = \begin{pmatrix} \frac{\partial F(x_1, \omega)}{\partial \omega_1} & \dots & \frac{\partial F(x_1, \omega)}{\partial \omega_W} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial F(x_N, \omega)}{\partial \omega_1} & \dots & \frac{\partial F(x_N, \omega)}{\partial \omega_W} \end{pmatrix} \quad (3)$$

$F(x_i, w)$ fonksiyonu, ağırlık vektörünün kullanılarak eğitim setinin i endeksli girdi vektörünün değerlendirildiği ağ fonksiyonudur. Jacobian matrisi, yapay sinir ağlarında, zincir kuralının uygulanmasıyla verimli bir şekilde hesaplanabilir [22].

2) *Hessian Matrisinin Yaklaşık Değerinin Bulunması*: En küçük kareler problemi için Hessian matrisinin genellikle hesaplanmasına gerek duyulmaz. Önceden de belirtildiği gibi, Jacobian matrisinin kullanılmasıyla yaklaşık olarak değeri Denklem 4 ile bulunabilir [22].

$$H \approx J^T J \quad (1)$$

Bu denklem sonucunda hesaplanan Hessian matrisinin yaklaşık değeri, çözüm içerisindeki artık hataların küçük olduğu durumlarda daha iyi bir şekilde bulunur.

3) *Levenberg-Marquardt Denkleminin Çözülmesi*: Levenberg'in bu yönteme yaptığı en önemli katkı, sönümler faktörüdür (λ). Bu değer, sistem çözülmeden önce, Hessian matrisindeki diyagonal olan elemanların hepsine eklenir. Genellikle bu değer 0.1 gibi küçük bir değerden başlar. Daha sonra, Levenberg-Marquardt denklemi sıkça LU ayrıştırma

(LU decomposition) [25] yöntemi kullanılarak çözülür. Denklemin çözülmesinden sonra ağırlıklar (w), eğitim veri seti içerisindeki her bir veri için δ kullanımıyla hesaplanarak güncellenir. Eğer yeni bulunan hataların karelerinin toplamı azalmışsa, λ azaltılır ve iterasyon biter. Diğer türlü, bulunan yeni ağırlıklar kullanılmaz ve yöntem daha yüksek bir λ değeriyle tekrar edilir. λ için yapılan düzeltme, düzeltme faktörü olan ve genellikle değeri 10 olarak belirlenen v ile gerçekleştirilir. λ 'nin artması gereken durumlarda v ile çarpılır, diğer durumda v 'ye bölünür. Bu işlemler hata azalana kadar tekrar edilir. Hatanın azaldığı durumda gerçekleştirilen iterasyon sonlandırılır.

4) *Levenberg-Marquardt Algoritması*: Önceden belirtildiği gibi, Levenberg-Marquardt algoritması Denklem 2'nin, farklı λ değerleri ile hataların karelerinin azaldığı duruma kadar çözülmesini içerir. Her bir öğrenme iterasyonu aşağıdaki adımları içerir [22]:

- Jacobian matrisini hesaplanması
- Hata eğiminin hesaplanması ($g = J^T E$)
- Hessian matrisinin Jacobian matrisinin kullanılmasıyla yaklaşık değerini bulunması ($H = J^T J$)
- δ değerinin bulunması için $(H + \lambda I) \delta = g$ denkleminin çözülmesi
- δ kullanımıyla ağ ağırlıklarının (w) güncellenmesi
- Güncellenen ağırlıklarla hataların karelerinin toplamının bulunması
- Hataların karelerinin toplamı azalmamışsa, yeni ağırlıklar kullanılmadan v ile λ değerinin artırılması ve 4. adıma geri dönülmesi
- Eğer azalmışsa λ değerinin v kullanılarak azaltılması ve işlemin bitirilmesi

IV. TAHMİNLEME FORM UYGULAMASI

Yapılan yapay sinir ağı modelinin denenmesi amacıyla bir form uygulaması geliştirilmiştir. Geliştirilen uygulamaya Şekil 1'de gerekli niteliklerin girilmesiyle, Levenberg-Marquardt yöntemi içerisindeki model üzerinde işlenerek bir tahminleme gerçekleştirilmektedir.

Uygulama üzerinde, müşteri grubu, müşteri, ürün grubu, kumaş tipi ve işlem adının girilebileceği tüm olası değerler Şekil 2'de gösterilmiştir. Kullanıcı, Şekil 1 deki liste kutuları üzerinden bu nitelikleri kolayca seçebilmektedir. Bazı siparişlerin özel iplik ve özel boya gibi özel durumları olabildiği için, kullanıcının bu durumu seçebileceği Evet/Hayır durumlarını içeren radio button grupları bulunmaktadır.

Fig. 1. Uygulama ekran görüntüsü

Kullanıcının, siparişin planlanan başlangıç ve bitiş tarihini girebileceği iki adet metin kutusu bulunmaktadır. Bu metin kutularına tarihler gün.ay.yıl formatında girilmektedir. Sınıflandırmada kullanılacak olan en önemli nitelik olan sipariş gerçekleşme süresi ise, planlanan bitiş tarihinden, planlanan başlangıç tarihinin çıkarılmasıyla bulunur. Tahminlenmenin başlatılabilmesi için, uygulama üzerinde “Tahminle” tuşu bulunmaktadır.

Müşteri Grubu	Müşteri	Ürün Grubu	Kumaş Tipi	İşlem Adı
JACKMONES	J&J ORIGINALS MAIN	ATLET	ÇELİKLI INTERLOK	Aksesuar Tedarik
11 PROJECT	J&J ORIGINALS MAIN	ATLET	ÇELİKLI INTERLOK	Aksesuar Tedarik
ADPT	J&J MAIN SWEAT CORE	BLUZ	DİĞER	Apkise
AMERICA TODAY	J&J MAIN EXP TEE CORE	CEKET	DOUBLEFACE	Baskı
BURTON	J&J CORE EXP	ELBİSE	FLAMU	Çekme İşlemi
H&M	J&J CORE MAIN	ETEK	FUTTER	Dikim
IMT	J&J CPH EXP CORE	FERMUAR-KAPSONLU SWEAT	GEVŞEK AYAR	Dikim Oncesi El İşliği
JACKMONES	J&J CPH EXP ORIGINALS	PANTOLON	GEVŞEK AYAR	Düğme
MANGO	J&J MAIN EXP SWEAT CORE	POLO	İPLİK BOYALI	El İşliği
MARES	J&J MAIN TEE CORE	SWEATSHIRT	İPLİK ÖZEL	Fermuar Aksesuar Tedarik
IMQ	J&J ORIGINAL MAIN SWEAT	SHORT	JAKARLI	Inspection
ONLY	J&J ORIGINALS EXP	TAYT	KAPITONE/LAMINASYON	İk
POMP DE LUX	J&J ORIGINALS MAIN EXP SWEAT	T-SHIRT	LİKRALI	İk Düğme
SAINSBURY	J&J ORIGINALS MAIN TEE		LYC PIKE	Kesim
SELECTED	J&J ORIGINALS MAIN TEE		MULINE/NOPE FUTTER	Konum Aksesuar Tedarik
STICH FASHION	J&J PREMIUM EXP		MULINE/NOPE SUPREM	Kumaş GKK
TALORED	J&J PREMIUM MAIN		PIKE	Kumaş Tedarik
THE T-SHIRT GUY	J&J TECH		SUPREM	Kuşçısı
WE	J&J VINTAGE EXP		VİSKON LYC SUPREM	Müşteri Ön Çalışma Onayı
	J&J VINTAGE MAIN			Nakış
				Ön İmalat Gönderimi
				Ön İmalat Onay
				Paketleme/Kalite Kontrol
				Perga Boyama
				Postel Yıkama
				Pürüzsüz
				Sevkiyat
				Taahhüt
				Tay Yapıtımına İşliği
				Yıkama
				Yıkama Talimatı Tedarik

Fig. 2. Liste kutuları içerisindeki niteliklerin olası değerleri

“Tahminle” tuşuna basıldığında, girilen bilgilere göre bir tahminleme yapılır. Eğer tahminlemenin sonucu “başarılı” ise kullanıcıya “Planlanan Zamanda Gerçekleşecektir” mesajı (Şekil 3-a) gösterilir. Fakat tahminlemenin sonucu “başarısız” ise, bu durumu oluşturabilecek iki olası durum bulunmaktadır: ya sipariş planlanan zamanda bitirilemeyecektir ya da sipariş planlanan zamandan önce bitirilecektir. Siparişin planlanan zamanda bitirilemeyecek olması (siparişin gecikmesi) durumunda, siparişin “başarısız” olarak sınıflandırılacak olması mantığa uygundur. Ancak siparişin erken bittiği durumların da “başarısız” olarak sınıflandırılması mantığa ters gelebilir. Bunun sebebi, veri seti ile gerçekleştirilen eğitimden sonra, kullanılan yöntemin belirli gün aralıklarını başarılı olarak kabul etmesi; geri kalan gün aralıklarını başarısız olarak kabul etmesinden kaynaklanmaktadır. Örneğin, eğitim sonucunda bir işlemin gerçekleşme süresi 20-25 gün olarak hesaplandığında, bu işlemin tamamlanması için planlanan süreye “25 gün ve üzeri” bir süre verildiğinde, o işlem yöntem içerisinde “başarısız” olarak kabul edilmektedir.

Kullanıcıya planın başarısız olduğu durumlarda, doğrudan planın başarısız olacağı mesajının verilmesi yerine, daha açıklayıcı ve doğru bir mesaj verilmesi hedeflenmiştir. Uygulamada planda gecikmenin yaşanacağı veya planın erken tamamlanacağı mesajı ile birlikte, kaç gün gecikme yaşanacağı veya kaç gün erken tamamlanacağı mesajının verilmesi sağlanmıştır. Bunu gerçekleştirebilmek adına öncelikle planlanan süreden, “başarılı” sonucu alınana kadar ve en fazla 500 iterasyon gerçekleşecek şekilde her iterasyonda bir gün çıkarılmış ve yeni elde edilen süreyle test edilmiştir. Eğer 500 iterasyonun bitimine kadar “başarılı” sonucu alınmışsa, kullanıcıya “[İterasyon Sayısı] Gün Erken Bitecektir” mesajı (Şekil 3-b) gösterilmektedir. 500 iterasyon sonucunda “başarılı” sonucu alınmışsa, planlanan süreye “başarılı” sonucu alınana kadar ve en fazla 500 iterasyon gerçekleşecek şekilde her iterasyonda bir gün eklenmiş ve yeni elde edilen

süreyle test edilmiştir. Eğer 500 iterasyonun bitimine kadar “başarılı” sonucu alınmışsa, kullanıcıya “[İterasyon Sayısı] Gün Gecikme Yaşanacaktır” mesajı (Şekil 3-c) gösterilmektedir. Veri seti içerisinde bulunan işlemlerin en fazla 200 gün içerisinde gerçekleşmesinden dolayı, planlanan sürenin ± 500 gün aralığının dışına çıkmayacağı açıkça görülmektedir ve bu sebepten ötürü, iterasyonlar 500’de sınırlandırılmıştır.

Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi
13.06.2016	26.06.2016	13.06.2016	21.06.2016	13.06.2016	11.11.2016

Planlanan Zamanda Gerçekleşecektir

OK

5 Gün Gecikme Yaşanacaktır

OK

60 Gün Erken Bitecektir

OK

Fig. 3. Tahminleme sonuçlarının gösterilmesi

V. YAPILAN TEST DEĞERLENDİRMELERİ VE SONUÇ

Veri Setinin eğitiminde Levenberg-Marquardt geri yayılım yöntemi ile sağlayan yapay sinir ağını içeren Accord.NET kütüphanesi [26], tahminleme başarısını arttırmak amacıyla kullanılmıştır. Oluşturulan yapay sinir ağı modeli içerisinde: girdi katmanında 11 adet nöron (her bir nitelik için), eşit sayıda nöronlara sahip olan 2 adet gizli katman ve çıktı katmanında 2 adet nöron (Başarılı/Başarısız) bulunmaktadır. Aynı veri seti ile toplamda 30 adet test yapılmıştır. Testler, gizli katmanlardaki nöron sayılarının (10-10, 15-15, 20-20, 25-25, 30-30) ve eğitimin yapıldığı iterasyon sayısının (epoch) (25, 50, 100, 250, 500, 1000) değiştirilmesiyle uygulanmıştır. Tablo 2 içerisinde görülebileceği üzere, gizli katmanlardaki nöron sayılarının 25-25 olduğu durumda en başarılı sonuçlar alınmıştır. Bu sebepten dolayı, nöron sebeplerinin 25-25 olduğu durumda, iterasyon sayısı artırılarak daha iyi başarı alınması hedeflenmiştir.

TABLO II. LEVENBERG-MARQUARDT TEST SONUÇLARI

İterasyon Sayısı	Nöron Sayıları (İlk Katman - İkinci Katman)				
	10-10	15-15	20-20	25-25	30-30
25	73.61	73.92	74.57	73.52	74.57
50	75.07	75.65	75.89	75.53	77.20
100	75.04	75.76	76.77	77.34	77.06
250	75.23	75.68	76.73	77.44	77.13
500	75.08	75.96	76.70	77.59	77.03
1000	74.68	76.14	76.72	77.45	77.31

İterasyon sayısının 3000 yapılmasıyla veri seti tekrar test edilmiştir. Yapılan testin sonucunda, 1300. iterasyonun sonunda modelin içerisindeki hata değerlerinin toplamının karesinde bir değişim gözlenmemiş, model yakınsanmıştır. Veri seti ile elde edilen son başarı oranının %81.44 olduğu gözlenmiştir. Testin sonuçları Tablo 3’de görülebilir.

TABLO III. LEVENBERG-MARQUARDT İTERASYON

İterasyon	Başarı Oranı	Hataların Karelerinin Toplamı	Hata Toplamı Değişimi
0	54.22	21434.22	0.000
100	77.66	11040.15	10394.073
200	77.40	10829.33	210.822
300	77.27	10786.48	42.847
400	77.31	10779.65	6.831
500	77.28	10779.51	0.140
800	77.38	10777.68	0.099
1000	77.49	10777.67	0.010
1100	81.44	10777.55	0.119
1200	81.44	10777.55	0.002
1300	81.44	10777.55	0.000
1400	81.44	10777.55	0.000
....			
3000	81.44	10777.55	0.000

Bu çalışma içerisinde endüstri alanında yapay sinir ağlarının kullanımı ile bir tahminleme gerçekleştirilmiştir. Tahminlemenin yapılmasında sıklıkla kullanılan tahminleme yöntemleri ile yapay sinir ağı yöntemleri karşılaştırılmıştır. Bazı yapay sinir ağı yöntemlerinin, bu çalışma içerisinde çok iyi başarı gösteremediği değerlendirilmiştir. Bir geri yayılım yöntemi olan Levenberg-Marquardt yöntemi ile istenen başarının elde edildiği görülmüştür. Levenberg-Marquardt yöntemi ile yapılan testlerin başarı yüzdesi, denenen tahminleme yöntemlerinden en başarılı olanlarının (Random Forest, Random Tree ve J48) başarı yüzdesine yaklaşık olarak eşit olduğu ve tahminleme modelinin eğitiminin gerçekleştirilmesi diğer yöntemlerin sahip olduğu tahminleme modellerinin eğitiminin gerçekleştirilmesinden uzun sürdüğü görülmüştür.

VI. GELECEK ÇALIŞMALAR

Bu çalışmanın sonucunda, yapay sinir ağlarının, diğer tahminleme yöntemlerine göre daha başarılı olduğu gözlenmiştir. Test sonuçları değerlendirildiğinde tekstil endüstrisinde üretim planlamada kullanımının uygun olduğu kanısına varılmıştır. Yapılan çalışmanın farklı veri setleri üzerinde ve veri kümelerinin daha geniş olduğu alanlarda kullanımı konusunda çalışmalar devam etmektedir. Çalışmanın sonucunda elde edilen modelin firmaların kullanmış oldukları Enterprise Resource Planning (ERP) uygulamalarının içerisine entegre edilerek çalışması planlanmaktadır. Bu entegrasyon sürecinde modelin, servis mimarisi ile çalışabilecek yapıda entegrasyon sürecinde farklı uygulamalara kolaylıkla uyum sağlayabileceği düşünülmektedir. Farklı veri setleri için olası kütüphanenin geliştirilmesi ve farklı yapay sinir ağları modelleri ile de çalışabilecek bir yapıda bir servis mimarisinin oluşturulması, çalışmanın ilerleyen süreçlerinde planlanmaktadır.

TEŞEKKÜRLER

7150520 proje numarası ile TÜBİTAK-1507 KOBİ Ar-Ge Başlangıç Programı Projesi "DYNEX - Kurumsal Performans Yönetim Sistemi" isimli çalışmadaki veriler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Katkılarından dolayı TÜBİTAK'a, teşekkür ederiz.

REFERANSLAR

- [1] S.C. Ok, and S.K. Sinha, "Construction equipment productivity estimation using artificial neural network model." Constr. Manage. Econ., vol. 24(10), pp. 1029-1044, 2006.
- [2] M.J. Somers, and J.C. Casal, "Using artificial neural networks to model nonlinearity: the case of the job satisfaction- job performance relationship", Organ. Res. Methods., vol. 12, pp. 403-417, 2009.
- [3] L. Sanzogni, and D. Kerr, "Milk production estimates using feed forward artificial neural networks", Comput. Electron. Agr., vol.32(1), pp. 21-30, 2001.
- [4] G. Holmes, A. Donkin, and I. H. Witten, "WEKA: A machine learning workbench," in Proc. 2nd Australian and New Zealand Conf. on Intell. Inf. Syst., Brisbane, Australia, 1994.
- [5] D. Chessel, A.B. Dufour, and J. Thioulouse, "The ade4 package- I – One-table methods", R News, vol. 4: pp. 5–10, 2004.
- [6] M. Leshno and Y. Spector, "Neural network prediction analysis: The bankruptcy case", Neurocomputing, vol. 10, pp. 125-147, 1996.
- [7] H. Quan, D. Srinivasan and A. Khosravi, "Short-term load and wind power forecasting using neural network-based prediction intervals", IEEE Trans. Neural Netw. Learn. Syst., vol. 25, no. 2, pp. 303-315, 2014.
- [8] J. L. Ticknor, "A Bayesian regularized artificial neural network for stock market forecasting", Expert Syst. Appl., vol. 40, no. 14, pp. 5501-5506, 2013.
- [9] Y. Cay, A. Cicek, F. Kara, and S. Sağiroğlu, "Prediction of engine performance for an alternative fuel using artificial neural network", Appl. Therm. Eng., vol. 37 pp. 217–225, 2012.
- [10] Y.A. Llave, T. Hagiwara, and T. Sakiyama, "Artificial neural network model for prediction of cold spot temperature in retort sterilization of starch- based foods", J. Food Eng., vol. 109, pp. 553–560, 2012.
- [11] B. Verlinden, J.R. Dufloy, P. Collin, and D. Cattrysse, "Cost estimation for sheet metal parts using multiple regression and artificial neural networks: a case study", Int. J. Prod. Econ., vol. 111, pp. 484–492, 2008.
- [12] S. Cavalieri, P. Maccarrone, and R. Pinto, "Parametric vs. neural network models for the estimation of production costs: A case study in the automotive industry", Int. J. Prod. Econ., vol. 91(2), pp. 165-177, 2004.
- [13] D. Wu, Z. Yang, and L. Liang, "Using DEA-neural network approach to evaluate branch efficiency of a large Canadian bank", Expert Syst. Appl., vol. 31 (1), pp. 108-115, 2006. S.M.
- [14] Al-Fattah, and R.A. Startzman, "Predicting natural-gas production using artificial neural network", SPE Hydrocarbon Economics and Evaluation Symposium, Dallas, USA, 2001, pp. 1-11.
- [15] L. Ekonomou, "Greek long-term energy consumption prediction using artificial neural networks", Energy, vol. 35 (2), pp. 512–517, 2010.
- [16] G.S. Mittal, and J. Zhang, "Prediction of freezing time for food products using a neural network", Food Res. Int., vol. 33(7), pp. 557-562, 2000.
- [17] G.S. Maddala, and K. Lahiri, Introduction to econometrics, New York: Macmillan, 1992.
- [18] J. Sola, and J. Sevilla, "Importance of input data normalization for the application of neural networks to complex industrial

- problems", IEEE Transactions on Nuclear Science, vol. 44, no. 3, pp. 1464-1468, 1997.
- [19] F. Günther, and S. Fritsch, "neuralnet: Training of neural networks". The R journal, vol. 2(1), pp.30-38, 2010.
- [20] R. Battiti, and F. Masulli, "BFGS optimization for faster and automated supervised learning", In International neural network conference, Springer Netherlands, 1990, pp. 757-760.
- [21] S. Nissen: "Fast Artificial Neural Network Library", [Online] 2016. Available: <http://leenissen.dk/fann/wp/news/>.
- [22] G.Lera, and M.Pinzas, "Neighborhood Based Levenberg-Marquardt Algorithm for Neural Network Training", IEEE Trans. on Neural Networks, vol. 13(5), pp. 1200-1203, 2002.
- [23] F. Foresee, and M. Hagan, "Gauss-Newton approximation to Bayesian regularization", Proc. 1997 Int. Joint Conf. Neural Networks, pp. 1930-1935, 1997.
- [24] B. Chris, S. Tal, R. Erin, L. Ari, D. Matt, H. Nicole, and H. Greg, "Learning to rank using gradient descent", Proceedings of the 22nd international conference on Machine learning, 2005, pp.89-96.
- [25] S. Abbasbandy, R. Ezzati, and A. Jafarian, "LU decomposition method for solving fuzzy system of linear equations", Appl Math Comput., vol. 172(1), pp. 633-643, 2006.
- [26] Accord.net Framework [Online]. Available: <http://accord-framework.net>.

Meme Kanseri Mikroarray Gen İfade Profiline Öz nitelik Seçimi ve Sınıflandırma

Mustafa Turan Arslan
Kırıkkhan Meslek Yüksekokulu
Mustafa Kemal Üniversitesi
Hatay, Türkiye
mtarlsan@mku.edu.tr

Adem Kalınlı
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
Erciyes Üniversitesi
Kayseri, Türkiye
kalinlia@erciyes.edu.tr

Özet— Kalıtsal hastalıklara sebep olan genetik faktörlerin belirlenmesi için teknolojik gelişmelere bağlı olarak mikroarray teknolojisi gelişmiştir. Bu teknolojiyle birlikte binlerce genin ifade düzeylerini incelemek mümkün hale gelmiştir. Bu çalışmada yüksek boyutlu Meme kanseri mikroarray gen ifade verisinde hastalıkla ilişkili olmayan genleri ortadan kaldırmak için Korelasyon tabanlı Öz nitelik Seçim yöntemi uygulanmıştır. Düşük boyutlu meme kanseri problemini sınıflandırabilmek amacıyla literatürde yaygın kullanılan istatistiksel yöntemlerden Destek Vektör Makineleri (DVM) ve Yapay Sinir Ağları (YSA) kullanılmıştır. DVM ile öz nitelik seçim işlemi sonucunda başarı oranı %83,67'den %95,92'ye yükselirken YSA ile başarı oranı %85,71'den %97,96'ya yükselmiştir.

Anahtar Kelimeler—Mikroarray, öz nitelik seçimi, sınıflandırma, destek vektör makineleri, yapay sinir ağları.

Abstract— Microarray technology is developed to determine the genetic factors behind the hereditary diseases, following the technological developments. By this technology, analyzing the expression levels of thousands of genes has become possible. In this study, the correlation based feature selection method was applied in order to remove the genes which are not related with diseases, in high dimensional breast cancer microarray gene expression data. Support Vector Machines (SVM) which is among the mostly common statistical methods in literature and the artificial neural networks (ANNs) were used in order to classify the reduced data. Thanks to these methods, while classification accuracy increased from 83,67% to 95,92% with SVM after feature selection, it increased from 85,71% to 97,96% classification accuracy with ANNs.

Index Terms—Microarray, feature selection, classification, support vector machines, artificial neural networks.

I. GİRİŞ

Teknolojideki gelişme ve ilerlemeler sayesinde bilgisayarlar, işlemci hızlarında ve ram kapasitelerindeki artışla birlikte eskiden kullanılan basit ve doğrusal problemler yerine bellek ve zaman gerektiren gerçek dünya problemlerini çözmede insanlara yardımcı olmaktadır.

Bilgisayar ve Moleküler Biyoloji biliminin etkileşmesi sonucu çok disiplinli bir bilim dalı olan biyoinformatik bilimi ortaya çıkmıştır [1]. Biyoinformatik, genlerin yapısal özelliklerini analiz edebilmek için biyoloji biliminden yararlanırken verileri değerlendirmek amacıyla da bilgisayar

bilimini kullandığından dolayı biyoinformatik çok disiplinli bir bilimdir. Bilgisayar desteği ile hastalıkların temelinde yatan genetik faktörlerin belirlenmesi biyoinformatiğin ilgi alanına girmektedir.

İnsan sağlığının korunması ve hastalıkların tedavi edilmesi dünyada en önemli unsurların başında gelmektedir. Bundan dolayı hastalıkları ortadan kaldırmak ve insanlara sağlıklı bir yaşam sunabilmek için eski çağlardan beri hastalıklar üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Araştırmalar neticesinde hücrelerdeki genlerin hastalıklarda ilişkili olduğu görülmüştür [2]. Genle ilişkili hastalıkların sonraki nesillere aktarılma riski olduğundan dolayı genlerle ilişkili hastalıkların tanısı ve tedavisi büyük önem arz eden bir konudur [3].

Günümüzde mikrobiyoloji alanında çok önemli gelişmeler yaşanmıştır. Gen teknolojisindeki gelişmelerle birlikte kanser gibi kalıtsal hastalıkların teşhisi için mikroarray teknolojisi ortaya atılmıştır. Bu teknoloji sayesinde hastalıkların temelinde yatan genetik faktörler hakkında daha fazla veri elde edilebilmekte ve bu verilerin analizi üzerine yapılan çalışmalar günden güne artarak devam etmektedir [4].

Mikroarray teknolojisi, binlerce genin gen ifade seviyelerinin eş zamanlı olarak incelenmesine olanak tanımaktadır. Bu sayede hasta ve sağlıklı hücrelerin gen ifadelerinin karşılaştırılmasıyla birlikte hastalığa neden olan genlerin belirlenmesi mümkün olabilmektedir [5]. Mikroarray kullanarak gen verilerinin analizi sayesinde kanser, kalp ve bulaşıcı hastalıklar gibi birçok hastalık hakkında bilgiye ulaşılabilmektedir. Elde edilen bu bilgiler sayesinde hastalıkların önlenmesi yönünde tedbirler alınabilmektedir. Bu teknolojiyle birlikte ayrıca genlerle ilişkili kalıtsal hastalıklar, alt türlerine kadar detaylı olarak incelenebilmektedir [6].

Mikroarray gen ifade verilerinde bulunan genler, hastalığın tanısıyla ilgili önemli bilgiler sunmaktadır. Yapılan çalışmalar incelendiğinde bazı genler, hastalığa ait herhangi bir bilgi taşımamakla birlikte hastalık teşhisinde de yanıltıcı sonuçlar verebilmektedir. Bu anlamsız ve ilgisiz genler, sınıflandırma performansı açısından olumsuz sonuçlara yol açabilmektedir. Bu sebeple mikrodizi teknolojisinde öz nitelik seçimi daha başarılı sonuçlar elde etmek için önemli bir adım olmaktadır.

Mikroarray gen ifade verilerinin sınıflandırılması için literatürde birçok istatistiksel yöntem kullanılmaktadır [7], [8]. Fakat mikroarray verileri binlerce gen içerdiğinden ve bu

genler arasında karmaşık ilişkiler olmasından dolayı istatistiksel yöntemlerin performansı yetersiz kalabilmektedir. Bundan dolayı mikroarray verilerini sınıflandırmada daha başarılı olabilecek alanlarda çalışmalar yapılmaya başlamıştır.

Bu makalede Meme kanseri mikroarray gen ifade profilindeki anlamsız ve hastalıkla ilgili olmayan genleri elemek için Korelasyon tabanlı Öznitelik Seçim (KTÖS) yöntemi uygulanmış daha sonra boyutları azaltılan veriyi sınıflandırmak için istatistiksel bir yöntem olan Destek Vektör Makineleri (DVM) ile Yapay Sinir Ağları (YSA) kullanılmıştır. Bu makalenin geri kalan kısmı şu şekildedir: 2. bölümde kullanılan yöntemler hakkında bilgi verilmiş, 3.bölümde sınıflandırmada kullanılacak olan veri seti tanıtılmıştır. 4. bölümde, yapılan deneysel analizlerden sonuçlar elde edilmiş ve son bölümde elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır.

II. METOTLAR

A. Öznitelik Seçme

Öznitelik seçimi yöntemleri, yüksek boyutlu verilerin içerisinde sınıflandırma işlemine katkısı en fazla olan özniteliklerin seçilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Bu yöntem sayesinde literatürde boyutun laneti (curse of dimensionality) olarak bilinen sorun da ortadan kaldırılmaktadır [9].

1) *Korelasyon Tabanlı Öznitelik Seçimi*: KTÖS yöntemi, birbiri ile az ilişkili olan fakat ilgili sınıfla yüksek ilişki içerisindeki öznitelikleri seçerek bir öznitelik alt kümesi oluşturur. [10].

B. Sınıflandırma

1) *Destek Vektör Makineleri*: Destek Vektör Makineleri, Vapnik [11] tarafından örüntü tanıma ve sınıflandırma problemlerine çözüm bulmak amacıyla geliştirilen istatistiksel tabanlı ve danışmanlı bir makine öğrenme algoritmasıdır. [12]. Makine öğrenmesi alanındaki başarılı uygulamaları sonrasında, destek vektör makineleri moleküler biyoloji ve genetik alanında da son yıllarda başarıyla kullanılan bir sınıflandırma algoritmasıdır [13], [14]. Bu sınıflandırma algoritması, sınıfları birbirinden ayırabilecek optimal hiper düzlem bulmaya çalışarak farklı sınıflara ait destek vektörleri arasındaki mesafeyi en büyük yapmaya çalışır.

DVM, iki veya daha fazla sınıfa sahip problemlerin çözümü için ortaya atılmış bir makine öğrenme algoritması olmakla birlikte verinin doğrusal olarak ayrılıp ayrılmama durumuna göre ikiye ayrılmaktadır [15].

Doğrusal olarak ayrılamayan veri, farklı özelliklere sahip kernel fonksiyonları yardımıyla daha yüksek bir boyuta taşınmaktadır. Böylece yüksek boyutta verileri doğrusal olarak ayırma imkânı doğmaktadır. Literatürde kullanılan kernel fonksiyonları ise Doğrusal, Polinomal, Sigmoid ve Radyal tabanlı çekirdek fonksiyonlarıdır.

2) *Çok Katmanlı Algılayıcılar*: Bir yapay sinir ağı modeli olan Çok Katmanlı Algılayıcılar (ÇKA), özellikle mühendislik alanında yaygın kullanılmakla beraber son zamanlarda

moleküler biyoloji ve genetik alanında da kullanılmaya başlamıştır [16], [17]. ÇKA modeli, XOR problemini çözebilmek için yapılan araştırmalar sonucunda geliştirilmiştir. Bu model sayesinde örüntülerin sınıflandırılması, tahmin edilmesi, tanınması, yorumlanması ve teşhis edilmesi gibi birçok fonksiyon gerçekleştirilmektedir [18].

Bu ağların yapısında girdi ve çıktı katmanıyla beraber gizli katmanlar bulunmaktadır. Girdi katmanı, gerçek dünyadan gelen bilgileri alır. Bu katmanda bilgi işleme yapılmaz. Gizli katmanlar, girdi katmanından gelen verileri işleyerek çıktı katmanına iletir. Çıktı katmanı ise gizli katmanlardan gelen bilgileri işleyerek ağına ürettiği çıktıyı bulur. Daha sonra bu çıktı dış dünyaya iletilir.

Girdi ve çıktı katmanlarında bulunan nöron sayısı, probleme bağlıdır. Gizli katman sayısının veya gizli katmandaki nöron sayısının kaç tane olacağı deneme yanılma yöntemiyle bulunur. Girdi katmanındaki nöronlar ara katmandaki nöronlara, ara katmandaki nöronlarda çıkış katmanındaki nöronlara bağlıdır. ÇKA'da bilgi akışı her zaman ileriye doğrudur.

ÇKA ağı genelleştirilmiş delta kuralına göre eğitilmektedir. Ayrıca bu ağlar danışmanlı öğrenme stratejisi kullandıklarından eğitim sırasında hem girdiler hem de ağına üretmesi gereken çıktılar ağına gösterilir. Ağına eğitimi sırasında ürettiği çıktı ile üretmesi gereken çıktı arasındaki farkın ağına ağırlıklarına dağıtılarak her iterasyonda bu farkın minimum edilmesi amaçlanır [18].

III. DENEYSEL VERİ SETİ

Bu çalışmada makine öğrenme algoritmalarını eğitebilmek için Rutgers Üniversitesinin Biyoinformatik veri tabanında bulunan Meme kanseri veri seti [19] kullanılmıştır.

A. Meme Kanseri (West-2001)

Klinik ortamda 2001 yılında West ve arkadaşları [20] tarafından analiz edilen veri seti, Meme kanserinin iki farklı alt türü olan ER+ ve ER- kanserlerini içerir. Bu veri setinde 25 örnek ER+ ve 24 örnek ise ER- kanseri olmak üzere toplam 49 örnek bulunmaktadır. Her bir örnek 1198 gen ile temsil edilmiştir.

IV. DENEYSEL ÇALIŞMA

Bu çalışmada meme kanseri mikroarray gen ifade verisi kullanılarak veri madenciliğinin bir fonksiyonu olan sınıflandırma problemi üzerine bir çalışma yapılmıştır. Meme kanseri veri seti, çok fazla öznitelikle temsil edildiğinden dolayı yüksek boyutlu veri olarak nitelendirilir. Yüksek boyutlu gen ifade verilerinde hastalıkla ilişkili olmayan muhtemel genler, sınıflandırma algoritmalarının performansını olumsuz etkilediklerinden dolayı bu genlerin veriden atılmaları gerekmektedir. Bu çalışmada, KTÖS yöntemi tercih edilerek ilgisiz genler veriden atılmıştır. Meme kanserine uygulanan öznitelik seçim yönteminden sonra sınıflandırmada kullanılacak veri seti, 41 öznitelik ile ifade edilmiştir. Düşük boyutlu veri setinde yer alan öznitelikler ve bu özniteliklere

ilişkin tanımlayıcı istatistiksel veriler Tablo 1'de sunulmaktadır.

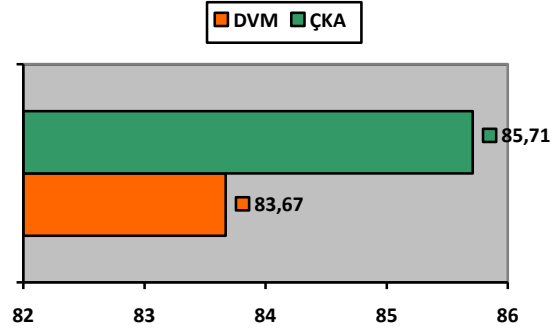
TABLO 1. ÖZNİTELİKLERE İLİŞKİN TANIMLAYICI İSTATİSTİKLER

No	Öznitelik Adı	En Az	En Çok	Ortalama	Standart Sapma
1	gen40	10	1807	287,49	413,281
2	gen74	10	1401	92,98	217,191
3	gen123	10	1095	302,735	285,544
4	gen221	10	1302	235,531	345,602
5	gen235	10	2287	231,51	391,11
6	gen244	10	1414	226,143	273,032
7	gen286	10	16000	4012,959	5327,323
8	gen375	10	1338	129,367	250,463
9	gen376	10	636	76,714	115,175
10	gen413	10	6322	207,367	904,178
11	gen438	10	7537	542,082	1200,2
12	gen459	10	16000	1456,02	3035,451
13	gen478	10	9887	937,245	1806,881
14	gen577	10	10452	1052,939	1957,726
15	gen602	10	2878	682,735	799,118
16	gen674	10	830	105,959	152,986
17	gen715	10	4431	566	972,389
18	gen735	10	1816	197,449	346,549
19	gen763	10	2510	587,633	684,971
20	gen817	10	1125	130,592	210,24
21	gen818	10	1323	131,224	260,707
22	gen828	10	8318	529,327	1364,382
23	gen832	10	2015	268,388	441,775
24	gen840	10	747	113,49	136,72
25	gen846	10	797	121,102	168,697
26	gen854	10	1518	129,51	239,087
27	gen855	10	1568	352,184	341,785
28	gen926	10	2982	341,49	609,755
29	gen940	10	3664	776,347	1034,797
30	gen943	10	12756	2030,245	2839,765
31	gen949	10	10145	1006,735	1803,554
32	gen968	10	3201	528,571	783,747
33	gen971	10	1690	185,531	284,63
34	gen982	10	16000	2566,347	4278,837
35	gen1017	10	12900	3096,49	3234,399
36	gen1020	10	4920	441,163	853,965
37	gen1103	10	1503	203,673	258,664
38	gen1109	10	355	72,816	95,776
39	gen1111	10	1296	131,49	208,477
40	gen1129	10	5299	258,02	772,85
41	gen1153	10	1660	132,143	327,823

Sınıflandırma algoritmaları uygulanmadan önce veriler matris haline getirilmiştir. Elde edilen giriş ve çıkış parametreleri [0-1] aralığına normalize edilmiştir. Boyutları azaltılan ve sınıflandırma işlemine hazır hale getirilen veri setine sırasıyla DVM ve YSA algoritmalarını uygulamak için Weka [21] yazılımı kullanılmıştır. Algoritmaların sınıflandırma performanslarını test edebilmek için doğrulama yöntemlerinden olan “k-katlamalı çapraz doğrulama” tekniği kullanılmış ve k parametresi ‘10’ olarak belirlenmiştir.

Sınıflandırma algoritmalarının parametre değişkenleri, sınıflandırma performansını doğrudan etkileyen diğer önemli bir husustur. Fakat her problem için aynı parametre değerleri aynı performansı göstermez. Bundan dolayı parametre değişkenleri problemin türüne göre de farklılık gösterebilmektedir. Bundan dolayı çalışmada parametrelerin

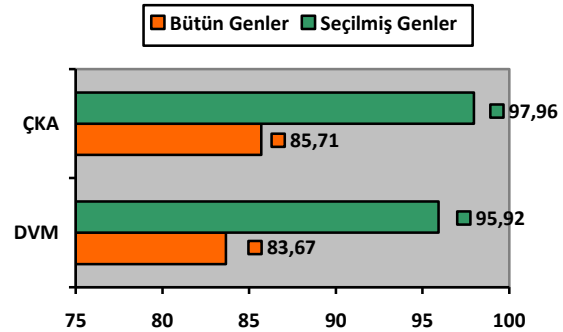
optimal değerlerini bulabilmek amacıyla sınıflandırma algoritmalarının parametreleri üzerinde birçok kez deneme yapılmıştır. Meme kanserini sınıflandırmak için DVM algoritmasının kernel parametresi, “doğrusal fonksiyon” seçilmiştir. YSA algoritmasının öğrenme oranı “0.3”, epoch sayısı ‘500’ ve gizli katman sayısı ‘1’ ve bu katmanda bulunan nöron sayısı ‘10’ olarak belirlenmiştir. Yapılan deneysel çalışma sonucunda, optimal parametre değerleri kullanılarak öznelik seçim yöntemi uygulanmadan elde edilen sınıflandırma sonuçlarına ait bilgiler Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Yüksek boyutlu meme kanseri mikroarray gen ifade profilini sınıflandırmada algoritmaların yüzde başarımları

Şekil 1’den görüldüğü üzere, öznelik seçimi uygulanmamış yüksek boyutlu meme kanserini sınıflandırmada en başarılı algoritma %85,71 doğruluk oranı ile ÇKA olurken DVM %83,67 doğruluk oranıyla ÇKA algoritmasının gerisinde kalmıştır.

Şekil 2’de ise öznelik seçimi uygulanmış düşük boyutlu meme kanseriyle birlikte yüksek boyutlu meme kanserini sınıflandırmada algoritmaların başarımları verilmiştir.



Şekil 2. Düşük ve yüksek boyutlu meme kanseri mikroarray gen ifade profilini sınıflandırmada algoritmaların yüzde başarımları

Şekil 2’deki bilgilere göre, meme kanserindeki öznelik sayısı azaldıkça sınıflandırma algoritmalarının performanslarında bir artış olduğu görülmüştür. DVM algoritmasının yüksek boyutlu veriyi sınıflandırma başarıları %83.67 iken düşük boyutlu veriyi sınıflandırma başarıları ise %95,92 olmuştur. ÇKA algoritmasının yüksek boyutlu veriyi sınıflandırma başarıları %85,71’de kalırken öznelik seçimi uygulanarak boyutları azaltılmış veriyi sınıflandırma başarıları

%97,96 oranına yükselmiştir. Ayrıca yüksek ve düşük boyutlu meme kanseri veri setlerinin kesinlik, duyarlılık ve F-Ölçütü gibi ölçütler tarafından değerlendirilmesi Tablo 2 ve Tablo 3'de verilmiştir.

TABLO 2. YÜKSEK BOYUTLU MEME KANSERİ SONUÇLARININ ÖLÇÜM DEĞERLERİ

	DVM		
Veri Seti	Kesinlik	Duyarlılık	F-Ölçütü
Düşük Boyutlu Meme Kanseri	0,959	0,959	0,959
Yüksek Boyutlu Meme Kanseri	0,839	0,837	0,836

TABLO 3. DÜŞÜK BOYUTLU MEME KANSERİ SONUÇLARININ ÖLÇÜM DEĞERLERİ

	ÇKA		
Veri Seti	Kesinlik	Duyarlılık	F-Ölçütü
Düşük Boyutlu Meme Kanseri	0,98	0,98	0,98
Yüksek Boyutlu Meme Kanseri	0,863	0,857	0,857

Kesinlik, Duyarlılık ve F-Ölçütü bakımından da meme kanseri üzerinde en iyi sonuçlara ÇKA algoritması ile ulaşılmıştır.

V. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, yüksek boyutlu meme kanserini sınıflandırmada öznelik seçiminin etkisinden bahsedebilmek için DVM ve ÇKA algoritmaları kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, KTÖS öznelik seçme yönteminin sınıflandırma algoritmalarının performansını artırdığı görülmüştür. Hem yüksek boyutlu meme kanserini sınıflandırmada hem de öznelik seçimi uygulanarak boyutları azaltılmış meme kanserini sınıflandırmada en başarılı algoritma ÇKA olmuştur. Sonuç olarak, YSA'ların büyük boyutlu mikroarray gen ifade verilerini sınıflandırmada başarıyla uygulanacağı anlaşılmıştır. Gelecek çalışmalarda, yüksek boyutlu farklı kanser gen ifade verilerinin sınıflandırılmasında YSA'ların başarımlarını incelenecek olmakla birlikte YSA algoritmalarının performanslarının artırılmasına yönelik yaklaşımlar araştırılacaktır.

BİLGİLENDİRME

Bu çalışma, Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (ERU/BAP) tarafından FYL-2015-6095 kodlu proje ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] M. Polat and A. Karahan, "Multidisipliner yeni bir bilim dalı: biyoinformatik ve tıpta uygulamaları," *SDÜ Tıp Fakültesi Derg.*, vol. 16, no. 3, pp. 41–50, 2009.
- [2] K. McPherson, C. M. Steel, and J. M. Dixon, "Breast cancer-epidemiology, risk factors, and genetics.," *BMJ*, vol. 321, no.

7261, pp. 624–8, Sep. 2000.

- [3] M. Kaya, "Gen İfade Verilerinde Öznelik Seçimi ve Sınıflandırma," Gazi Üniversitesi, 2014.
- [4] S. Somunoglu, "Meme kanserinde risk faktörleri," *Fırat Sağlık Hizmetleri Derg.*, vol. 2, no. 5, pp. 1–12, 2007.
- [5] K. Ipekdağ, "Mikroarray Teknolojisi."
- [6] H. Liu, I. Bebu, and X. Li, "Microarray probes and probe sets.," *Front. Biosci. (Elite Ed)*, vol. 2, pp. 325–38, 2010.
- [7] R. Hewett and P. Kijasanayothin, "Tumor classification ranking from microarray data.," *BMC Genomics*, vol. 9 Suppl 2, p. S21, 2008.
- [8] T. S. Furey, N. Cristianini, N. Duffy, D. W. Bednarski, M. Schummer, and D. Haussler, "Support vector machine classification and validation of cancer tissue samples using microarray expression data.," *Bioinformatics*, vol. 16, no. 10, pp. 906–914, 2000.
- [9] T.-J. Lee, S.-M. Park, and K.-B. Sim, "Electroencephalography Signal Grouping and Feature Classification Using Harmony Search for BCI.," *J. Appl. Math.*, vol. 2013, pp. 1–9, 2013.
- [10] Y. Wang, I. V. Tetko, M. A. Hall, E. Frank, A. Facius, K. F. X. Mayer, and H. W. Mewes, "Gene selection from microarray data for cancer classification—a machine learning approach.," *Comput. Biol. Chem.*, vol. 29, no. 1, pp. 37–46, 2005.
- [11] C. Cortes and V. Vapnik, "Support-vector networks.," *Mach. Learn.*, vol. 20, no. 3, pp. 273–297, Sep. 1995.
- [12] S. Li, H. Li, M. Li, Y. Shyr, L. Xie, and Y. Li, "Improved Prediction of Lysine Acetylation by Support Vector Machines.," *Protein Pept. Lett.*, vol. 16, no. 8, pp. 977–983, 2009.
- [13] T. S. Furey, N. Cristianini, N. Duffy, D. W. Bednarski, M. Schummer, and D. Haussler, "Support vector machine classification and validation of cancer tissue samples using microarray expression data.," *Bioinformatics*, vol. 16, no. 10, pp. 906–914, Oct. 2000.
- [14] M. Pirooznia, J. Y. Yang, M. Q. M. Yang, and Y. Deng, "A comparative study of different machine learning methods on microarray gene expression data.," *BMC Genomics*, vol. 9 Suppl 1, p. S13, 2008.
- [15] S. Ayhan and S. Erdogmus, "Destek Vektör Makineleriyle Sınıflandırma Problemlerinin Çözümü İçin Çekirdek Fonksiyonu Seçimi.," *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilim. Derg.*, vol. 9, no. 1, pp. 175–201, 2014.
- [16] J. Khan, J. S. Wei, M. Ringnér, L. H. Saal, M. Ladanyi, F. Westermann, F. Berthold, M. Schwab, C. R. Antonescu, C. Peterson, and P. S. Meltzer, "Classification and diagnostic prediction of cancers using gene expression profiling and artificial neural networks.," *Nat. Med.*, vol. 7, no. 6, pp. 673–679, Jun. 2001.
- [17] D. Tian and K. Burley, "Classification of micro-array gene expression data using neural networks.," in *The 2010 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)*, 2010, pp. 1–8.
- [18] E. Oztemel, *Yapay Sinir Ağları*. İstanbul: Papatya Yayıncılık, 2012.
- [19] "Meme Kanseri Veri Seti." [Online]. Available: http://bioinformatics.rutgers.edu/Static/Supplements/CompCancer/Affymetrix/west-2001/west-2001_database.txt. [Accessed: 29-Jul-2016].
- [20] M. West, C. Blanchette, H. Dressman, E. Huang, S. Ishida, R. Spang, H. Zuzan, J. A. Olson, J. R. Marks, and J. R. Nevins, "Predicting the clinical status of human breast cancer by using

- gene expression profiles,” *Proc. Natl. Acad. Sci.*, vol. 98, no. 20, pp. 11462–11467, Sep. 2001.
- [21] G. Holmes, A. Donkin, and I. H. Witten, “WEKA: a machine learning workbench,” in *Proceedings of ANZIIS '94 - Australian New Zealand Intelligent Information Systems Conference*, 1994, pp. 357–361.

Hadoop / MapReduce Teknolojisi Kullanılarak Hızlı Tüketim Sektöründe Büyük Veri Analizi

Serdar ÇETİNKAYA

Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
İstanbul Üniversitesi
İstanbul, Türkiye
sserdarcetinkaya@gmail.com

Fatih KELEŞ

Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
İstanbul Üniversitesi
İstanbul, Türkiye
fkeles@istanbul.edu.tr

Özet— Geleneksel yollar ile analiz edilmesi zor veya çok fazla kaynak ihtiyacı olan Pazar sepeti analizinin Hadoop ve MapReduce teknolojisi kullanılarak nasıl yapılabileceği tartışılmıştır. Hızlı tüketim sektörü verileri kullanılarak Hadoop platformunda MapReduce ve HDFS ile birliktelik kuralları incelenmiş ve Pazar Sepeti Analizi üzerinde çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler: *Büyük Veri, Hadoop, MapReduce, Pazar Sepeti Analizi, HDFS, Paralel işleme*

Abstract—This study discusses how Hadoop and MapReduce analyze the data which has been analyzed strenuously or required uncounted resources. By using Fast Moving Consumer Goods(FMCG) data, Association Rules Analysis and Market Basket Analysis are examined. Leveraging from a Hadoop platform which hosts MapReduce and HDFS it is aimed to learn about customer habits, to design new campaigns, to create a better recommendation to customer program and to increase overall customer satisfaction.

Index Terms—Big Data, Hadoop, MapReduce, Market Basket Analysis, HDFS, Parallel Computing

I. GİRİŞ

Günümüzde Hızlı Tüketim sektöründe yapılan satış ve müşteri siparişlerinden ürün birlikteliklerinin bulunması ciddi kaynak ve zaman gerektirmektedir.

Böyle karmaşık problemler ve büyük verilerin olduğu bir dünyada işletmelerin veri madenciliği ile sektörlerinde rekabetçi olabilmesi ve varlıklarını koruyabilmesi adına müşterilerine en uygun ürünü en uygun şekilde sunmaları gerekmektedir. Bu sayede müşteri memnuniyetini sağlayarak aynı zamanda ticari faaliyetlerini daha kârlı sunabilme imkânı bulacaklardır. İşletmelerde tüketici alışkanlıklarının araştırılması için büyük verinin çözülmesi günden güne önem kazanmaktadır.

Büyük boyutlardaki verilerin anlaşılır hale getirilerek bilgiye dönüştürülmesi için veri madenciliği yöntemleri kullanılmalıdır. Veri madenciliği büyük veri yığınları arasında bulunan eğilim, örüntü ve benzerlikleri bulma ve faydalı olabilecek bilgiye erişme işlemidir [1].

Büyük veri, mevcut geleneksel yöntem ve araçlarla analiz edilemeyecek kadar büyük olan, yönetilmesi anlamında geleneksel sistemlerin yetersiz kaldığı veri boyutlarını tarif etmektedir [2].

Bu çalışmada giriş bölümünde Büyük Veri kavramı incelenmiş ve büyük veri özellikleri ele alınmıştır. Büyük verinin temel özellikleri yanında farklı tanımları olan hacmi, çeşitliliği ve hızının yanından değer özelliğine de değinilmiştir.

İkinci bölümde kullanılan araçlar Hadoop ve özellikleri incelenerek paralel işleme tekniklerinin Hadoop üzerinde uygulanması incelenmiştir. Yapılan literatür taramalarında genellikle aynı veri formatında çalışmalar ile karşılaşmıştır. Bu çalışmalarda temel alınan çalışma Woo'nun [3] MapReduce üzerinde Pazar sepeti analizi ile ilgili yapmış olduğu çalışmadır.

Üçüncü bölümde ise çalışma sonrasında elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Yapılan çalışma ile büyük verilerde Hadoop üzerinde paralel işleme ve MapReduce ile paralel işlemede elde edilen kazanımlar yorumlanmıştır.

Son bölüm, sonuç ve değerlendirme kısmıdır. Bu bölümde elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır. Gelecekte yapılacak çalışmalar için yol haritası belirlenmiştir.

II. YÖNTEM VE ARAÇLAR

Yapılan çalışma HDFS ve MapReduce kullanılarak Pazar Sepeti Analizi (Market Basket Analysis)'dir. Bu analiz müşterilerin yapmış olduğu satın alım faturalarını inceleyerek, hangi ürünleri hangi ürünlerle tercih ettiği ve eğilimlerini gösterir. Müşterinin satın alma eğilimleri incelenip ortaya çıkarılarak kullanıma sunulması Pazar Sepeti Analizi olarak adlandırılır. Veri madenciliğinde en çok kullanılan yöntemlerden birisidir. Müşterilerin almaya eğilimli oldukları ürünlerin belirlenmesinde önemli rol oynayan bir analiz yöntemidir. Bu sayede satışların artırılması ve aynı zamanda doğru müşteriye doğru ürün ile gitmeyi sağlamak amaçlanmıştır. Raf dizilimi, özendirme (promosyon), stok seviyesi kontrolü gibi konularda da fırsatlar sunmaktadır. Aynı zamanda bu analiz ile Hadoop sistemi ve paralel işleme üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar ile Hadoop kümesi ile elde edilen zaman kazancı gözlemlenmiştir.

Çalışma için fiziksel bir sunucu üzerinde 1 master ve 7 tane de slave sunucu çalıştırabilmek için sanallaştırma teknolojilerinden yararlanılmıştır.

Master düğümü için 8 Core CPU, 10 GB RAM kaynak ayrılarak Hortonworks HDP 2.3 kurulumu yapılmıştır. Slave düğümler için 4 Core CPU, 4 GB RAM olacak şekilde kaynak

ayrılmış olup, Ambari sayesinde Hadoop ve bileşen kurulumları yapılmıştır.

A. Hadoop

Hadoop, sıradan ve hatta kişisel bilgisayarlar boyutundaki sunuculardan oluşan kümeler (cluster) ile büyük verileri analiz etmek için geliştirilmiş bir sistemdir. Üzerinde çalışan uygulamaları ve Hadoop Distributed File System (HDFS) olarak adlandırılan dağıtık dosya sistemi ile MapReduce tekniğini bir araya getirmektedir. Java ile geliştirilmiş açık kaynaklı bir kütüphanedir. Hadoop teknolojisiyle geliştirilen projelere yardımcı olmak için hataları otomatik olarak yakalayabilecek şekilde geliştirilmiştir.

Hadoop'un temel bileşenleri aşağıdaki gibidir.

- **Hadoop Common:** Diğer parçaları bir arada çalıştırmaya yarayan alt yapıdır.
- **Hadoop Distributed File System (HDFS):** Uygulama verilerine yüksek veri ile erişim sağlayan dağıtık dosya sistemidir.
- **Hadoop YARN (Yet Another Resource Negotiator):** İş planlaması (Job Scheduling) ve küme (Cluster) planlama için bir yazılım altyapısıdır (framework).
- **Hadoop MapReduce:** Büyük veri setlerini paralel işlemek için Hadoop YARN tabanlı bir sistemdir.

Hadoop yapılandırılmış veya yapılandırılmamış verileri hatta başka bir veri türü olup olmadığına bakmaksızın verileri yönetir. Hadoop'un bu özelliği veri işleme esnekliği olarak adlandırılır.

Hadoop'un en değerli özelliklerinden biri kolay ölçeklenebilmesidir. Pahalı olmayan sunucular üzerinde paralel olarak çok büyük verileri dağıtması sayesinde kolay ölçeklenebilen bir platform olduğunu göstermektedir. İlişkisel veritabanı sistemlerinin aksine Hadoop terabyte'larca verileri işleyebilecek yüzlerce düğüm ile genişletilebilir.

Hadoop'ta veriler HDFS üzerinde iki farklı yerde tutulmaktadır. Bu iki farklı sunucunun çökmesi veya sistemden ayrılması durumunda en azından üçüncü bir yerde bir kopyası mevcuttur. Bu çalışma prensibi sayesinde hatalara dayanıklılığını yüksek seviyelere çıkarmaktadır.

B. Hadoop Dağıtık Dosya Sistemi (HDFS)

Hadoop, dosya sistemlerindeki sorunlar sebebi ile dağıtık dosya sistemlerini geliştirmiştir. Hadoop yapısının temelinde dosya sistemi olarak HDFS kullanılmaktadır. HDFS, büyük boyuttaki dosyaları depolamak için sıradan sunucu kümelerini kullanmak üzere tasarlanmıştır[4].

HDFS sıradan bilgisayarların depolama alanlarını tek bir disk olarak kullanmaktadır. Dolayısı ile düşük maliyetli sunucular ile çalışma fırsatı sunmaktadır. Bu sayede veri boyutunun ne olduğu çok fazla anlam ifade etmemeye başlamıştır. Büyük boyutlu dosyalar bloklara (varsayılan 64MB) ayrılarak farklı sunucu üzerine (varsayılan 3 kopya) dağıtık olarak tutulurlar.

C. MapReduce

MapReduce dağıtık mimaride tutulan verilerin paralel olarak çalışıp işlenmesini ve analiz edilmesini sağlayan bir

yazılım altyapısı (Framework)'dır. Veriler işlenirken temel olarak bu iki fonksiyon kullanmakla beraber her bir aşamada ek olarak bazı fonksiyonlarda mevcuttur. Her ne kadar ilk ortaya çıkma zamanı tartışılırsa da 2004 yılında Jeffrey Dean ve Sanjay Ghemawat tarafından yayınlanan "MapReduce: Simplified Data Processing on Large Clusters" adlı makale ile tanınmaya başlanmıştır. Bu makalede Google'ın büyük verileri nasıl parçalara ayırdığı ve işlediği anlatılmaktadır [5].

MapReduce çok uzun süren sorgular veya analizlerin büyük ölçekli veriler üzerinde toplu olarak işletilmesi için ideal bir yöntemdir. Birçok bilgisayarın bir arada küme olarak çalışabilmesini sağlayan mimariye MapReduce mimarisi denir. Bu mimari bileşenleri aşağıda ki gibidir ve map aşaması ile başlar.

Mapper: Recorder'dan gelen veri yığını ve verinin yer bilgilerini alarak eşleştiricide kullanıcı tarafından yazılan kodlar çalıştırılarak gelen veri üzerinde key/value eşleştirmeleri oluşturulur.

Combiner: Birleştirici yerel olarak çalışan bir indirgemedir. Kullanıcının belirlediği yapıdaki mapper'dan gelen veriler üzerinde yerel bir indirgeme yapar. Reduce ile arasındaki temel fark combiner çıktı olarak reducer'a girdi üretir fakat reducer çıktı olarak diske yazar.

Partitioner: Bölümleyici mapper veya eğer var ise combinerden key/value eşleşmesini alır ve onları tekli parçalar halinde reducer'a gönderir.

Reduce görevi de 3 faza ayrılır: shuffle (karıştırma) ve sort (sıralama), reducer (indirgeyici) ve output format (çıkı formatı).

Shuffle ve Sort: Reduce görevi karıştırma ve sıralama adımı ile başlar. Bu adım map görevinin son adımı olan bölümleyicinin çıktısını alır ve reduce görevinin yürütüleceği makineye yani kendi üstüne indirir.

Reduce: İndirgeme fonksiyonu gruplanmış verileri alır ve her bir anahtar grubu için bir defa çalışır. Bu fonksiyona anahtar ve bu anahtar ile alakalı tüm değer listesi tekrarlamalı olarak iletilir. Veriler bu adımda filtrelenebilir, birleştirilebilir veya aritmetik işlemler yapılabilir. İndirgeme işlemi bittiğinde eğer var ise key/value eşleşmeleri final adımı olan Output Format'a gönderilir.

Output Format: Çıktı biçimi key/value eşleştirmesinin nihai halini alır ve bir dosyaya kayıt yazıcı yardımı ile yazar. Varsayılan olarak yeni satır karakteri ile key/value eşleşmelerini ayırır. Farklı çıktı formatları için kodlamada istenilen değişiklik yapılmasına izin verilmektedir fakat format ne olursa olsun sonuç olarak çıktı HDFS'e yazılacaktır.

D. Pazar Sepeti Analizi

Birlikte kuralı ile veri madenciliği uygulamalarından biri pazar sepeti analizidir [6]. Birlikte kuralı, işlem kümelerinden (fatura) oluşan ve her işlem detayında ise birden fazla alt işlerin temsil ettiği elemanlardan oluşan veri setinde, elemanların işlem temelinde birliktelikleri bulunarak, sık tekrarlanan birliktelikleri bulmaktır [7].

Müşterilerin satın aldıkları faturalar içerisindeki ürünler incelenerek müşterinin almış olduğu ürünlerin bir birlerine olan

birliktelikleri belirlenir. Bu sayede müşterinin yapmış olduğu satın alma alışkanlıkları tespit edilmektedir. Ortaya çıkan bu veriler ile daha fazla nasıl kazanç elde edilir, daha farklı nasıl fırsatlar yaratılır gibi pazarlama çalışmaları yapılır. Market sepeti verisinde yer alan bir kayıtların fatura numarası tekrarsızdır ve tarih bilgisinin yanında bu faturada hangi ürünlerin satın alındığı bilgisi, miktarı ve fiyatı da bulunmaktadır [8].

Pazar sepet analizi, ürün birlikteliklerinin bulunması için en ilk Agrawal [7] tarafından 1993 yılında incelenmiştir. Bu bağlamda X ve Y'nin nesne kümesi oluşu $X \Rightarrow Y$ (X birliktelik Y) şeklinde ifade edilmektedir. Birliktelik kurallarını belirleye bilmek ve sonuca ulaşabilmek için destek ve güven olarak adlandırılan değerlerin bulunması gerekmektedir. Bu değerler kullanılarak, kullanıcı tarafından belirlenmiş alt değerlerin üzerinde olan destek ve güven değerlerinden yaygın birliktelikler bulunmaya çalışılmaktadır. Birliktelik kuralındaki temel formüller aşağıda belirtildiği gibidir.

$$\alpha = X\text{'i kapsayan işlem sayısı.} \quad (1)$$

$$\beta = \text{Toplam işlem sayısı.} \quad (2)$$

$$\mu = X \text{ ve } Y \text{ kapsayan işlem sayısı.} \quad (3)$$

$$\text{Destek}(X \Rightarrow Y) = \mu / \beta. \quad (4)$$

$$\text{Güven}(X \Rightarrow Y) = \mu / \alpha. \quad (5)$$

Destek ve güven değerleri 0 ile 1 arasındadır veya yüzde olarak ifade edilmektedir. 1'e ne kadar yakın bir değere sahipler ise ürünler arasındaki ilişki o derece yüksek olasılıklı ve güçlüdür denilir. Güven değeri 1 ise bu ürünler kesinlikle birlikte satılmaktadırlar.

E. Apriori Algoritmasının MapReduce'a Uyarlanması

Apriori birliktelik kuralları içerisinde en çok bilinen algoritmadır. Bu algoritma sıralı işletildiğinde sık geçen öge kümelerini bulmak zor ve tekrar eden taramalar yapmayı gerektirmektedir. Bir elemanlı destek oranının alt sınır şartını sağlayan yaygın öge kümeleri bulunur. Sonraki adımlar ise muhtemel yaygın öge kümeleri bulunmaya çalışılır.

Tarama esnasında destek değerleri bulunur ve her geçişte bulunan yaygın öge kümeleri saptanır. Yaygın öge kümeleri bundan sonra yapılacak taramada aday küme olurlar. Bu işlemler yaygın öge kümesi bulunma işlemi gerçekleşmeyinceye kadar sürer.

Algoritmanın MapReduce'a uyarlanmasında HDFS ve MapReduce kullanılmaktadır. Bu sebeple hem veri paralel işlenmekte hem de görevler paralel olarak işletilmektedir.

Algoritmanın uyarlanması aşamasında; MapReduce yapısında tüm veriler paralel olarak tek tek Map işlemine tabi tutulur. Map işlemi çıktı olarak her bir anahtar için değerler

listesi oluşturur. Bu işlem sonrasında Map işlemi için önceden tanımlanmış bir Combiner yok ise direkt olarak Reduce adımına geçilir. Fakat bu çalışmada daha verimli sonuçlar alınması için Combiner tanımlanmış ve Map işlemi sonrasında Combine adımına geçilmiştir. Yukarıdaki bölümlerde bahsedildiği gibi Combiner'lar aslında Reducer gibi işlemektedir. Aralarındaki tek fark ise Reducer'lar çıktı olarak HDFS sistemine yazar fakat Combiner'lar çıktılarını Reducer'a gönderirler.

MapReduce yapısında tüm veriler paralel olarak Record Reader'lar tarafından okunduktan sonra map görevi yerine getirilir. Bu çalışmada yazılan mapper sınıfı satır-satır okunan verinin nasıl bir şekilde işleneceği kararını veriyor olacaktır.

TABLO I: ÇALIŞMADA KULLANILAN VERİ SETİ ÖRNEĞİ.

Müşteri	Fatura	Ürün	Miktar (Adet)
180087	2014v1_99999	29300	12
180087	2014v1_99999	30551	6
47341	2014v1_99998	27459	6
47341	2014v1_99998	978	6
180310	2014v1_99996	31514	6
180310	2014v1_99996	30603	6

Bu aşamada aslında Tablo I'daki yapıda bir verinin okunacağı düşünülürse bu yapısal verilerin işlenmesi için İşlem ID bilgisi key olarak kabul edilmeli ve her bir satırdaki ürünler ise value olarak kabul edilmelidir. Mevut veri yapısında her İşlem ID bir faturayı temsil etmekle birlikte aynı zamanda bir İşlem ID sadece bir müşteriye ait olmaktadır. Yani bir fatura sadece bir müşteriye kesilmektedir. Bu çalışmada her bir müşterinin alımlarına bakarak ürün birlikteliği inceleneceği için Map işleminde key değeri olarak İşlem ID ile Müşteri bilgisini birleştirerek anahtar değeri üretmek programlama açısından müşteri temelinde analiz yapıldığında hız kazandıracaktır ve aynı zamanda Combine aşamasında müşteri bazında gruplama yapılmasını da kolaylaştıracaktır.

Combiner olarak gruplanmış her bir fatura içerisindeki ürünler eşleştirilerek key olarak ürün eşleştirmesini yazıyor olacağız ve her bir ürün çiftinin 2 elemanlı öğeler küme sayısını bulabilmek için ise her bir eşleşmeye value olarak 1 yazıyoruz. Bu adımda 2 elemanlı öge kümesine sadece müşteri bilgisini ekleyerek, müşteri gruplaması yapılır. Bu sayede Reduce aşamasında müşteri bazında her bir ürün eşleştirmesinden kaç tane olduğunu bulabileceğiz.

Veri seti incelenecek olursa; her bir müşteri bir veya birden fazla satın alma gerçekleştirmiştir. Bunun yanında her bir faturada bir veya birde fazla ürün satın alınmış olabilir. Veri kümesi Tablo I'da görüldüğü gibi olan veri seti 5 milyon satırdan oluşmaktadır. Bu veri kümesindeki öge sayıları; müşteri sayısı: 7.541, ürün sayısı: 4.852, fatura sayısı: 300.455 şeklindedir.

Reduce aşamasına girdi olarak müşteri bilgisi, 2 elemanlı öge kümesi ve 1 değeri gelir. Her bir müşteri ve 2 elemanlı öge kümesi Reduce aşamasına kümenin olduğu işlem sayısınınca tekrarlı gelir. Bu tekrar sayısı 2 elemanlı öge kümesinin frekansını verir. Algoritmanın modeli Şekil 1'deki gibidir.

```

function Map is Satırn
Split(Ayrıştır): Satırn. Split(SPLITTER) To Liste
let (Atama): Müşterii(Liste0)+ SPLITTER + İşlemj (Liste1) To Key
let (Atama): Ürün (Liste2) To Value
output record (Key, Value)
end function

function Combiner is K1, list(V1)
Split(Ayrıştır): K1.Split(SPLITTER) To Liste
let (Atama): Müşterii(Liste0) To Müsteri
for each Valuei in list(V1) do
  for each Valuej in list(V1) do
    let valuei + SPLITTER + Valuej To tempKey
    let Müsteri + SPLITTER + tempKey To Key
    output record (Key, 1)
  repeat
repeat
end function

function Reduce is K2, list(V2)
let 0 To Toplam
for each Value in list(V2) do
  let Toplam + V2 To Toplam
repeat
output record (K2, Toplam)
end function

```

Şekil 1: Pazar Sepeti Analizi için kullanılan algoritma.

Süre ölçümü ve Hadoop kümelerindeki çalışma performanslarının değerlendirilmesi için Hadoop kümesinde 8 düğüm kullanıldığı gibi veri seti de çeşitlendirilmiştir. Kullanılan veri boyutları 5, 10, 20, 40 ve 80 milyon satırı kapsamaktadır. Her bir boyuttaki veriler 1, 2, 4, 6 ve 8 düğüm ile çalıştırılarak süre ve kazançlar değerlendirilmiştir.

III. BULGULAR

Pazar Sepeti Analizi için Hadoop ve MapReduce ile yapılan analizi geleneksel yöntemler ile karşılaştırabilmek adına SQL Server üzerinde analizler yapılmıştır. Bu yöntem ile verilerin defalarca tekrar okunması ve işlenmesi gerekmektedir. SQL Server üzerinde T-SQL cümleleri ile birden fazla kez aynı tablonun bir biri ile ilişkilendirilmesi ile sonuç alınabilir gibi görünmektedir. Fakat aslında 4 Core 2.40 GHz işlemcili ve 16 GB RAM bulunan bir SQL sunucuda bu sorgulama sonucunda yeterli kaynak olmadığı belirtir bir hata alınır. Çünkü bu sorgulama ciddi RAM ihtiyacı gerektirir ve bu RAM ihtiyacını karşılamak için belirli bir seviye üzerindeki sunucular kullanılmalıdır. Ancak aşağıdaki gibi bir Sorgu cümlecisi kullanılarak RAM yerine disk kullanılarak hesaplama yapılır ve sonuç bir tabloya doldurulur. Bu durumda da ciddi anlamda satır sayısı ortaya çıktığından disk kullanımı artmakta ve süre uzamaktadır. Örnek olarak Tablo I'daki gibi bir veri yapısında örnek alınan veri kümesinin toplam boyutu 323 MB iken T-SQL ile farklı kodlarla doldurulduğunda ortaya çıkan verinin toplam boyutu 3.255 MB (3.2 GB)'dır. Aynı zamanda bu analizlerin çalışma süresi 1 Saat 58 Dakika 47 saniyedir.

Bu boyuttaki küçük verilerin bile analiz edilmesinde bu denli fazla kaynak gerekiyor ise veri boyutunun veya miktarının hızla arttığı günümüzde klasik yöntemlerin ihtiyacı karşılamada yetersiz kalacağı ortay çıkmaktadır. Bu sebepten klasik yöntem yerine Hadoop üzerinde dağıtık bir yapıda paralel algoritma kullanmak kaçınılmaz olmaktadır. Bu aşamada öncelikli olarak Pazar Sepeti Analizi için algoritmanın

hem verileri hem de görevleri dağıtık olarak saklamalı ve işlemeliyiz.

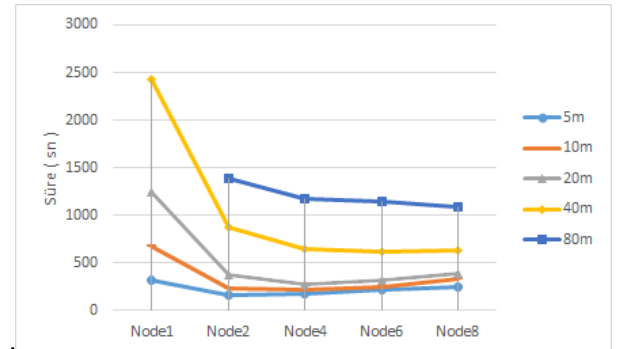
Yukarıda bahsedildiği şekilde algoritmanın uyarlanması ve verilerin HDFS ve MapReduce üzerinde analizi sonrasında süre olarak Tablo II'da görülen sonuçlar elde edilmiştir.

TABLO II: HDFS VE MAPREDUCE İLE ANALİZ SÜRELERİ (SANİYE).

	5m	10m	20m	40m	80m
Node1	322	670	1251	2431	N/A
Node2	166	233	378	879	1387
Node4	176	223	281	641	1168
Node6	224	250	314	618	1140
Node8	254	329	394	635	1090

Tablo II'daki sonuçlara ulaşmak için farklı algoritma ve denemeler yapılmıştır. Bu denemeler arasında en verimli sonuçlar bu çalışmada kullanılan Map adımı combiner kullanılması ile olmuştur. Bu sayede tek MapReduce görev ile istenilen ürün birlikteliklerine ulaşılmıştır

Şekil 2'te görüldüğü gibi bir elemanlı Hadoop kümesinde yani paralel işlemenin sadece HDFS aşamasında yapıldığı denemede, düğüm sayısı sabit tutulup veri miktarı artırıldığında analiz süresi veri sayısı ile doğru orantılı olarak artmaktadır. Ayrıca geleneksel yöntemle yapılan SQL ile yapılan süre çalışması arasında birkaç kat süre farkı gözlemlenmiştir. Düğüm sayısı 2'ye çıkarıldığında hem işleme hem disk anlamında HDFS'te tam anlamıyla bir paralellik söz konusudur. İki öğeli kümede edilen sonuçlar ile bir düğümlü Hadoop kümesinde elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında veri miktarı arttıkça süre olarak kazanımın arttığı gözlemlenmiştir.



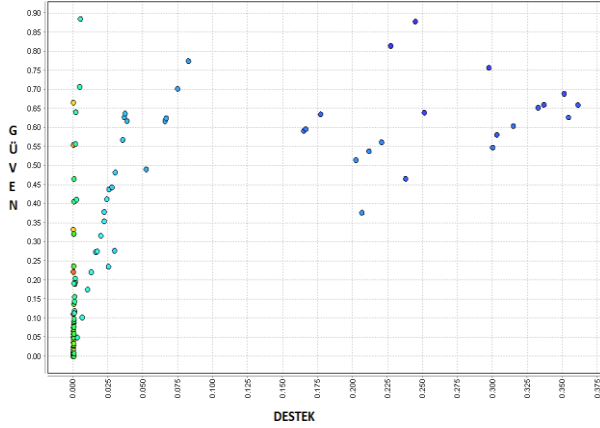
Şekil 2: Analiz süre grafiği.

Veri miktarı sabit tutularak düğüm sayısı artırıldığında belirli bir düğüm sayısına kadar süre olarak kazanım sağlandığı gözlemlenmektedir. Fakat buna karşılık veri miktarına bağlı olarak belirli bir düğüm sayısından sonra sürenin arttığı dolayısı kazanım sağlanmadığı görülmüştür. 5 Milyon satırlık veri setinde en verimli düğüm sayısı 2 olarak elde edilmişken, 10 ve 20 milyon satırlık veri setinde 4, 40 milyon satırlık veri setinde 6, 80 milyon satırlık veri setinde 8 düğüm sayısı ile en

kısa analiz süreleri ölçümlenmiştir. Belirtilen düğüm sayıları üzerinde bir düğümün eklenmesi analiz süresini uzatmaktadır.

Elde edilen sonuçlar ile birlikte bu çalışmada kullanılan veri seti ve algoritma modeline göre en verimli düğüm sayısının değişmesi Hadoop ve MapReduce sayesinde çok ciddi kaynak ve zaman kazanımı olduğunu göstermektedir.

Çalışma neticesinde elde edilen ürün birlikteliklerini inceleyecek olursak, genel ürün birlikteliklerinin Güven ve Destek dağılımı Şekil 3'te görülmektedir.



Şekil 3: Ürün birliktelik dağılımı.

TABLO III'teki sonuçlar incelendiğinde “Pil ve şarj Ürünleri” kategorisindeki ürünler toplam fatura sayısının %24'ünde bulunduğu görülmektedir.

TABLO IIIIV: ÜRÜN BİRLİKTELİKLERİ

Kategori	Kategori	Güven	Destek
Pil ve şarj Ürünleri	Tıraş Bakım	88%	24%
Pil ve şarj Ürünleri	Ağız Bakım	82%	23%
Tıraş Bakım	Ağız Bakım	76%	30%
Deterjan	Saç Bakım	69%	35%
Deterjan	Bebek Bezi	66%	34%
Ağız Bakım	Bebek Bezi	66%	36%
Deterjan	Ağız Bakım	65%	33%
Tıraş Bakım	Ağız Bakım	64%	25%
Pil ve şarj Ürünleri	Bebek Bezi	64%	18%
Bebek Bezi	Saç Bakım	63%	35%

Aynı zamanda bu kategorideki ürünleri alan her 100 müşteriden 88'i kesinlikle “Tıraş Bakım” kategorisindeki ürünleri aldığı sonucu ortaya çıkmıştır.

IV. TARTIŞMA VE SONUÇ

Büyük verinin devasa boyutlara ulaştığı ve şirketlerin bu verileri analizi için ciddi kaynak harcadığı günümüzde, şirketler verileri analiz ederek ilk bakışta görünmeyen verilere ulaşmaya çalışmaktadırlar. Bu bağlamda çalışmada, verileri inceleyerek ilk bakışta görünmeyen verilere erişmek

amaçlanmıştır. Ayrıca yapılan çalışma ile veri boyutu ve düğüm sayısına göre ölçümler yapılmıştır. Sıradan makineler ile Hadoop üzerinde analiz yapılmasının getirdiği kazanımları ve süre olarak yapılan kazanımlar tartışılmıştır. Bu çalışmada hızlı tüketim sektöründe üretilen büyük veriler üzerinde birliktelik kuralı ve kümeleme analizleri yapılmıştır. En önemli tartışma konularından biri Pazar Sepeti Analizinin, MapReduce modeline nasıl uyarlanacağıdır. Tartışma konularından diğeri ise paralel işleme ile elde edilecek kazançtır. Çalışmada kullanılan veri setleri sırası ile 5, 10, 20, 40 ve 80 milyon satırlık satış verilerini barındırmaktadır. Bu satış verilerinin analizi sırası ile 1, 2, 4, 6 ve 8 Hadoop kurulmuş makinadan oluşan bir küme ile yapılmıştır.

Çalışmada Woo'nun [3] yapmış olduğu çalışma temel alındığı için hem yapısal veriler, hem de yapısal olmayan veriler üzerinde analizler yapılmıştır. Woo'nun [3] yapmış olduğu çalışmadan farklı olarak bu çalışmaya özel olarak map ve reduce görevleri arasında combine işlemi eklenerek, yapısal veriler ile daha kısa sürelerde daha az kaynak ile daha iyi sonuçlar elde edilmiştir.

Ulaşılan sonuçlara bakıldığında bu çalışmada kullanılan veri seti ve boyutlarına bağlı olarak verimli düğüm sayısı veri miktarına göre değişmekte olduğu görülmektedir. Bir makine ile 40 milyon satırlık veri setinde yapılan analizlerde elde edilen analiz süresi 2.431 saniye olarak ölçülmüştür. Aynı veri boyutunda 6 makine ile paralel olarak yapılan analiz süresi 618 saniye olarak elde edilmiştir. Buna göre 6 makine ile yapılan çalışmanın bir makine ile yapılan ölçümlere göre daha başarılı olduğu ve Hadoop üzerinde paralel işleme ile süreden %74 kazanç sağlandığı görülmüştür. Elde edilen bu sonuçlara bakıldığında büyük boyuttaki veri analizleri için Hadoop ve MapReduce tekniğinin kullanılması bir zorunluluk olarak görülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Argüden, Y, Erşahin B., 2008, Veri Madenciliği, Arge Danışmanlık Yayınları, İstanbul, 978-975-93641-9-9
- [2] Ohlhorst, F., 2013, Big data analytics : turning big data into big Money, New Jersey.
- [3] Woo, J., 2012, Market Basket Analysis Algorithm on Map/Reduce in AWS EC2, Los Angeles
- [4] White, T., 2012, Hadoop: The Definitive Guide , Third Edition, UK, s.45-46
- [5] Miner, M., Shook A., 2013, MapReduce Design Patterns, Chapter 2, Hendricson, M, CA, 20-61.
- [6] Frawley, W. J., Gregory, PiatetskyShapiro, Matheus, Christopher J., 1991, Knowledge Discovery in Databases: An Overview. California: AAAI Press Copublications.
- [7] Agrawal, R. Ve Shafer, J.C., 1996, “Parallel mining of association rules: Design, Implementation and Experience”, IBM Research Report RJ.
- [8] Han, J. ve Kamber, M., 2000, Data Mining: Concepts and Techniques, Morgan Kaufmann Publishers, Burnaby.

A scalable distributed query framework for unstructured big clinical data: A case study on diabetic records

Ömer Demircan, Süleyman Eken, Ahmet Sayar

Computer Engineering Department, Kocaeli University, 41380, İzmit, Turkey

demircanomer@gmail.com, {suleyman.eken, ahmet.sayar}@kocaeli.edu.tr

Abstract—Unstructured data forms close to 80% of information in the healthcare industry and is growing exponentially. Analyzing and querying of those type of data is not efficient with traditional relational database technologies. In this paper, we propose a distributed and scalable big data framework for querying and analyzing of unstructured clinical data. The framework is based on MapReduce paradigm and realized by using Hadoop and Hive open source libraries. The efficiency of the proposed framework is proven by performing various queries on real world diabetic clinic records. The framework is also compared with the relational databases in terms of their response times.

Keywords— *Big data, Hadoop, Hive, Querying diabetes records*

I. INTRODUCTION

With every passing day, the size of the clinical data increases exponentially. Big data are high volume (scale of data), high velocity, high variety (different variation of data types) and high veracity (uncertainty of data) [1]. New technologies are the reasons for the data increase largely. They generate and collect vast amounts of structured, semi-structured or unstructured data. These sources include scientific sensors such as medical imaging, electronic medical records (EMR), biometrics data, and DNA research, social media, blogs, websites, and etc. These datasets bring with some problems related storage, analysis, and visualization [2]. Maintaining, querying and analyzing such big data sets are getting harder and sometimes impossible with the relational database systems. Distributed systems overcome these problems in a parallel way [3][4]. These systems have to be scalable for both adding new conventional processors (computing nodes) and for running different jobs simultaneously [5][6]. These systems begin with a new form of file system, known as a distributed file system (DFS), which manages the storage across a network of machines [7]. DFS has advantage of replication of data. So, protection against the frequent media failures is guaranteed by means of distributing data over ordinary computing nodes. Hadoop uses open source version of GFS-Hadoop Distributed File System (HDFS). HDFS provides storing very large files and running on clusters [8][9]. Hadoop ecosystem also provides many other big data tools such as Hive which is warehousing package built on top of Hadoop. Users used to SQL can do ad-hoc queries, summarization, and data analysis. In this paper, we aim to give architecture and implementation based on Hadoop and Hive for processing of clinical big data. Moreover, a case study (running queries) on records of 70,000 inpatient diabetes encounters is

done with the proposed architecture. Similarly, same queries are run on MySQL relational database to compare query response times with the proposed architecture.

In the literature, there are some works using the MapReduce programming framework to speed up some kinds of data analytics on different types of clinical big datasets. These include publicly available clinical datasets, biometrics datasets, bioinformatics datasets, biomedical signal datasets, and biomedical image datasets. In this paper, we focus on analyzing and querying of clinical big datasets.

Mohammed et al. [10] review the existing Hadoop based applications/implementations in clinical big data and related medical health informatics fields. Horiguchi et al. [11] develop user customized functions to process large scale administrative data based on a Pig Latin script [12]. Response speed and scalability of the developed functions were tested on a large claims database. While they focus on transforming large scale data into wide table format, we concern querying large scale data. Wang et al. [13] propose novel system (Clinical Data Managing and Analyzing System) which is hybrid of XML database and HBase/Hadoop infrastructure to handle massive heart disease clinical data. It utilizes distributed data mining tools using Apache Mahout Library and enables doctors analyzing these data [14]. Aphinyanaphongs et al. [15] suggest machine learning models identifying unproven cancer treatments on the Health Web by providing methods and related empirical data demonstrating strong accuracy and generalizability. To apply the suggested approach on billions of documents on the Health Web, MapReduce distributed architecture is implemented. Experiments show that present work gives promising results. The last two works show usability of data mining and machine learning algorithms on massive clinical data. Strack et al. [16] used multivariable logistic regression to fit the relationship between the measurement of HbA1c and early readmission. Main difference between Strack's work and this study is that we analyze records of 70,000 inpatient diabetes encounters and run some queries via Hadoop and Hive based architecture. The related studies mentioned above use Hadoop MapReduce, Pig Latin, Mahout, or combination of them. However, no previous work analyzed the clinical big data with Hive to our knowledge. Here in this study we present a technique and its case study to query diabetes records.

The rest of the paper is organized as follows. The second section highlights preliminaries on Apache Hadoop,

MapReduce and Hive. Section 3 explains the proposed architecture. It covers Hadoops application programming interfaces and Hive to effectively analyze clinical big data. Section 4 exemplifies the proposed implementation and compares it with MySQL based implementation. Conclusion and some future enhancements are given at the last section.

II. PRELIMINARIES ON HADOOP AND HIVE

Hadoop is a distributed master-slave architecture that consists of the HDFS for storage and MapReduce for computational capabilities. Hadoop runs jobs parallel by using MapReduce programming model [17][18]. Main advantages of Hadoop MapReduce framework are scalability, cost effectiveness, flexibility, speed, and resilience to failures [19].

Hive [20] is an open source warehousing solution on Hadoop platform. Its target users remain data analysts who are comfortable with SQL and who need to do managing and querying on Hadoop-scale data. Hive supports familiar concepts such as databases, tables, rows, columns, schema, and views. It can be accessed interactively using several methods such as Web GUI, command-line interface (CLI) or programmatically through Java using Java Database Connectivity (JDBC). It executes SQL-like language called HiveQL. For example, a query to get all patients whose age equals to 30 from a diabetes table looks like this:

```
SELECT patients.*
FROM diabetes
WHERE user.age = 30;
```

Hive allows us to write and start executing MapReduce jobs in the same time that it would take us to write your main method in Java. A new and important component of Hive is a metastore which typically resides in a relational database for storing information (metadata). High-level architecture diagram of Hive is as shown in Fig. 1.

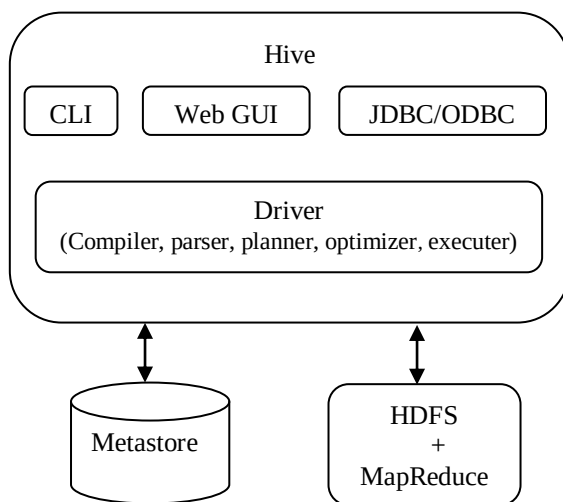


Fig. 1. High-level architecture diagram of Hive

Before explaining HiveQL, let's assume we have the personal information data of patients' (data.txt) which is a comma-separated on local machine. In Hive, a table must be defined to store this data:

```
hive> CREATE TABLE patients (name String, surname
String, age INT)
```

HiveQL statements are terminated by semicolons at the end. Here, a three column table called patients is defined. The first column is called name and is of type String, second column is called surname and is also of type String whereas the third column is called age and is of type INT. Hive also supports different types such as signed integers, floating point numbers, Boolean, string, maps, arrays, and structs [21]. Managing and defining tables in HiveQL are similar to standard RDMS. The beauty of Hive is that the user doesn't need to know anything about MapReduce at all. The user only queries a database using a language similar to SQL. In most cases the query result both should be saved to disk and printed directly to the screen. Following section gives proposed architecture to process clinical big data and section V exemplifies the proposed approach by using similar queries given in this section.

III. PROPOSED ARCHITECTURE

Figure 2 shows the major components of the proposed architecture based on Hadoop and Hive.

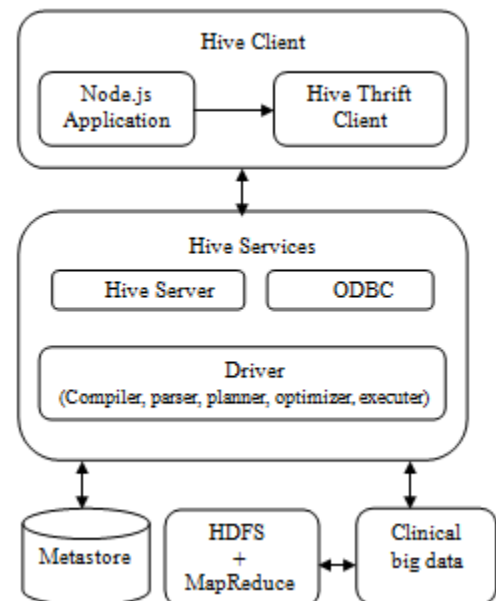


Fig. 2. Proposed architecture of processing of clinical big data

As shown, the main components of architecture are:

- (1) Hive Client: (i) Node.js application (ii) Hive Thrift Client to run Hive commands from a wide range of programming languages.
- (2) Hive Services provides Hive Client for analysis with strong SQL skills to run queries on huge volume of data.
- (3) Metastore: The component that stores all the structure information of the tables and partitions.
- (4) Driver: The component which receives the queries.
- (5) HDFS and MapReduce

IV. A CASE STUDY: LARGE SCALE QUERYING OF DIABETES RECORDS

In this study, we used the Health Facts database [22], a national data warehouse that collects comprehensive clinical records across hospitals throughout the United States, to compare the response times of our suggested approach and MySQL based implementation.

We realized experimental tests on a machine with a 2.3 GHz Intel i7 2820QM 8MB Cache, 6GB Memory, and CentOS 5.4 64 bit operating system. Each query is run 10 times and their average processing time, maximum and minimum processing times are measured for the proposed approach as shown in Table 2. Response times for MySQL based implementation are as shown in Table 3. Description, its HiveQL command, and its result of first query are as following. Details of other four queries are given in Appendix.

- (1) Find A1c test results of all patients whose readmission day is equal to or less than 30. A1c test result indicates the range of the result or if the test was not taken. Values: “>8” if the result was greater than %, “>7” if the result was greater than 7% but less than 8%, “normal” if the result was less than 7%, and “none” if not measured.

SELECT a1cresult, count (a1cresult) as quantity FROM diabetic.dia_data WHERE readmitted LIKE '%<30%' GROUP BY(a1cresult);	
Job running in-process (local Hadoop) Hadoop job information for null: number of mappers: 0; number of reducers: 0 2015-04-21 03:38:21,657 null map = 0%, reduce = 0% 2015-04-21 03:38:24,758 null map = 100%, reduce = 100% Ended Job = job_local1401945581_0001 Execution completed successfully Mapred Local Task Succeeded . Convert the Join into MapJoin OK a1cresult quantity >7 383 >8 811 None 9681 Normal 482 Time taken: 10.76 seconds, Fetched: 4 row(s)	

Table 1. Query response times of the proposed architecture on the diabetes dataset

Query number	Average processing time (sec)	Max processing time (sec)	Min processing time (sec)
1	10,554	11,181	10,266
2	12,714	11,621	10,489
3	21,818	23,17	20,499
4	15,637	17,369	14,432
5	14,416	15,932	13,649

Table 3. Query response times of the MySQL based implementation on the diabetes dataset

Query number	Average processing time (sec)	Max processing time (sec)	Min processing time (sec)
1	15,347	16,211	14,325
2	18,638	19,142	18,436
3	27,479	27,979	26,422
4	21,637	22,180	20,669
5	17,632	18,002	17,119

V. CONCLUSION AND FUTURE WORK

Time efficiency is an important issue in data management. The main goal of this study is to provide researchers with open-source technologies, time-efficient architecture based on Hadoop and Hive for handling large scale clinical data. To compare response times of queries, a relational database based application is implemented. Experimental results show that the proposed architecture is better than relational one in terms of time efficiency. Suggested architecture is very simple and easy to use by researchers, and test results show that it is promising approach in applying MapReduce technology and Hive to efficient data querying in large scale clinical data. Further work is also needed to evaluate the proposed system with much larger data sets and cluster sizes to identify potential performance bottlenecks.

REFERENCES

- [1] Wessler, M.: Big Data Analytics for Dummies, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken: New Jersey (2013)
- [2] Rajaraman, A.; Ullman, J.D.: Mining of Massive Datasets, Cambridge–United Kingdom: Cambridge University Press (2012)
- [3] Fox G.C., Aktas M.S., Aydin G., Gadgil H., Pallickara S., Pierce M.E., Sayar A. ,” Algorithms and the Grid,” Computing and visualization in science 12 (3), 115-124, 2009.
- [4] Aktas M.S., Aydin G., Fox G.C., Gadgil H., Pierce M.E., Sayar A., “Information Services for Grid/Web Service Oriented Architecture (SOA) Based Geospatial Applications,” Indiana University Computer Science Report,2005.
- [5] Demir, I.; Sayar, A.: Hadoop Optimization for Massive Image Processing: Case Study Face Detection. International Journal of Computers Communications & Control, 9(6), 664–671 (2014)
- [6] Demir, I.; Sayar, A.: Hadoop plugin for distributed and parallel image processing. In: 20th Signal Processing and Communications Applications Conference, Mugla, Turkey (2012)
- [7] Ergün, U.; Eken, S.; Sayar, A.: Güncel Dağıtık Dosya Sistemlerinin Karşılaştırmalı Analizi. In: 6. Mühendislik ve Teknoloji Sempozyumu, Ankara, Turkey (2012) (in Turkish)
- [8] White, T.: Hadoop: The Definitive Guide, O'Reilly Media, Inc, Third Edition, United States of America (2012)
- [9] Shvachko, K.; Kuang, H.; Radia, S.; Chansler, R.: The Hadoop Distributed File System. In: IEEE/NASA Goddard Conference on Mass Storage Systems and Technologies (2010)
- [10] Mohammed, E.A.; Far, B.H.; Naugler, C.: Applications of the MapReduce programming framework to clinical big data analysis: current landscape and future trends. BioData Mining 7(22), (2014)
- [11] Horiguchi, H.; Yasunaga, H.; Hashimoto, H.; Ohe, K.: A user-friendly tool to transform large scale administrative data into wide table format using a mapreduce program with a pig latin based script. BMC Med. Inform. Decis. Mak. 12(1):151 (2012)
- [12] Official Pig Web Site, <http://pig.apache.org/docs/r0.10.0/> (2015)
- [13] Wang, Y.; Wang, L.; Liu, H.; Lei, C.: Large-Scale Clinical Data Management and Analysis System Based on Cloud Computing. Frontier and Future Development of Information Technology in Medicine and Education Lecture Notes in Electrical Engineering, 269:1575–1583 (2014)

- [14] Official Mahout Web Site, <https://mahout.apache.org/> (2015)
- [15] Aphinyanaphongs, Y.; Fu, L.D.; Aliferis, C.F.: Identifying unproven cancer treatments on the health web: addressing accuracy, generalizability and scalability. *Stud. Health Technol. Inform.*, 192:667–671 (2012)
- [16] Strack, B.; DeShazo, J.P.; Gennings, C.; Olmo, J.L.; Ventura, S.; Cios, K.J.; Clore, J.N.: Impact of HbA1c Measurement on Hospital Readmission Rates: Analysis of 70,000 Clinical Database Patient Records. *BioMed Research International*, pp. 1–11 (2014)
- [17] Dean, J.; Ghemawat, S.: MapReduce: simplified data processing on large clusters. *Communications of the ACM*, 51(1): 107–113 (2008)
- [18] Official Hadoop Web Site, 2015, <http://hadoop.apache.org/>. (2015)
- [19] Zaharia, M.; Chowdhury, M.; Franklin, M.J.; Shenker, S.; Stoica, I.: Spark: cluster computing with working set. In: *Proceedings of the 2nd USENIX Conference on Hot Topics in Cloud Computing*, pp. 1–7 (2010)
- [20] Thusoo, A.; Sarma, J.S.; Jain, N.: et al.: Hive: a warehousing solution over a map-reduce framework. *Proceedings of the VLDB Endowment*, 2(2):1626–1629 (2009)
- [21] Lam, C.: *Hadoop in Action*, Manning Publications Co., Stamford, CT (2011)
- [22] Frank, A.; Asuncion, A.: *UCI Machine Learning Repository*, University of California, School of Information and Computer Science (2010)

Appendix: Other Queries

Query 2: Find demographics (such as race) distributions of all patients whose readmission day is equal to or less than 30. Race values can be Caucasian, Asian, African American, Hispanic, and other. Other demographics such as sex and age can be queried. Gender values can be male, female, and unknown/invalid. Age is grouped in 10-year intervals: [0, 10), [10, 20), . . . , [90, 100).

```
SELECT race, count(race) as quantity FROM diabetic.dia_data
WHERE readmitted LIKE '%<30%' GROUP BY (race);
```

Query 3: List the generic names of mostly given 5 diabetic medications.

Query 4: Find number of the primary diagnosis coded as first three digits of ICD9 (848 distinct values). Group names and their ICD9 codes of primary diagnosis are as following: Circulatory (390–459, 785), Respiratory (460–519, 786), Digestive (520–579, 787), Diabetes (250.xx), Injury (800–999), Musculoskeletal (710–739), Genitourinary (580–629, 788), Neoplasms (140–239), and others.

```
SELECT
count(CASE WHEN (diag_1>390 AND diag_1<459) OR
diag_1=785 THEN 1 ELSE NULL END) as circulatory,
count(CASE WHEN (diag_1>460 AND diag_1<519) OR
diag_1=786 THEN 1 ELSE NULL END) as respiratory,
count(CASE WHEN (diag_1>520 AND diag_1<579) OR
diag_1=787 THEN 1 ELSE NULL END) as digestive,
count(CASE WHEN diag_1>=250 AND diag_1<251 THEN 1
ELSE NULL END) as diabetes,
count(CASE WHEN diag_1>800 AND diag_1<999 THEN 1
ELSE NULL END) as injury,
count(CASE WHEN diag_1>710 AND diag_1<739 THEN 1
ELSE NULL END) as musculoskeletal,
count(CASE WHEN (diag_1>580 AND diag_1<629) OR
diag_1=788 THEN 1 ELSE NULL END) as genitourinary,
count(CASE WHEN diag_1>140 AND diag_1<239 THEN 1
ELSE NULL END) as neoplasms
FROM diabetic.dia_data;
```

Query 5: Find number of patients whose three diagnoses are same.

```
SELECT count(*) as same_diagnoses FROM
diabetic.dia_data
WHERE (diag_1=diag_2) AND (diag_1=diag_3)
```

The Modeling of Three Phase Electric Arc Furnace System using Matlab and Examining The Harmonic Effects with FFT Analysis

Mustafa ŞEKER, Arif MEMMEDOV

Electrical and Electronical Engineering Department of
Inonu University
Malatya, Turkey
mustafaseker@d-emi.com, arif.memmedov@inonu.edu.tr

Rafael HÜSEYİNOV

Electric and Electronic Engineering Department of
Cumhuriyet University
Sivas, Turkey
huseyinov@cumhuriyet.edu.tr

Abstract— Electric Arc Furnaces (EAF) are nonlinear loads and in Electrical network which they are linked causes some power quality problems such as Harmonics, interharmonics, unbalances and voltage flicker. In this study, simulation model of three phases electrical system that feeds the 60 MVA EAF load which is located in the facility of Sivas Iron and Steel Enterprise INC.(SIDEMIR) has been modeled using the Matlab/SIMULINK to examine the power quality problems caused by EAF. In this model, three phases completely system model has been defined by using the Static VAR Compensator (SVC) and harmonic filters which is existing in the system. Additionally CA 8322 and HIOKI 3197 power quality analyzers has been connected to EAF's transformer and real-time measurement values are obtained for power quality and harmonic analysis. According to simulation results, simulation results and real-time measurements which are obtained with Power quality analyzer ensure the blend well. This model can be used for improving the power quality problems and harmonic effect and solution proposals for improving the harmonic effects has been presented in this study.

Index Terms— Electric Arc Furnace, Matlab/Simulink, Power Quality, Industrial power system Harmonics Introduction, FFT

I. INTRODUCTION

Electric Arc Furnace(EAF) is widely used in iron and steel industry to melt the metals[1] and these loads have non-linear operating characteristics. Because of this non-linear characteristics, EAF causes some power quality problems such as Harmonics, interharmonics, unbalances and voltage flicker. The main factor in the occurrence of these power quality problems is high and variable electrical arc current. Therefore, current harmonics generated by the arc current leads to formation of the voltage harmonics[1-4].

Nowadays, advanced simulation programs are used for the investigation of power quality problems caused by EAF[5-8]. One phase equivalent circuit and there phase phases models can be used for analysis of EAF loads [8-11]. However, the examination of the system with the three phase's circuit model will give more accurate results in order to analyze the effect of harmonics and unbalances.

In this study, simulation model of three phases electrical system that feeds the 60 MVA EAF load which is located in the facility of Sivas Iron and Steel Enterprise INC.(SIDEMIR) has been modeled using the Matlab/SIMULINK. In this model, three phases completely system model has been defined by using the Static VAR Compensator (SVC) and harmonic filters which is existing in the system. Electrical arc has been modeled using current-voltage (V-I) characteristic and voltage controlled source as exponential function. Experimental analysis has been performed with CA 8332 and HIOKI 3197 power quality analyzers connecting to EAF transformer and the appropriateness of simulation model has been tested as compare with the simulation results and real-time measurements. In addition to, solution proposals for improving the harmonic effects has been presented in this study.

II. NTRODUCTION

Single line diagrams of the system that feeds the 60 MVA EAF is presented in Figure 1.

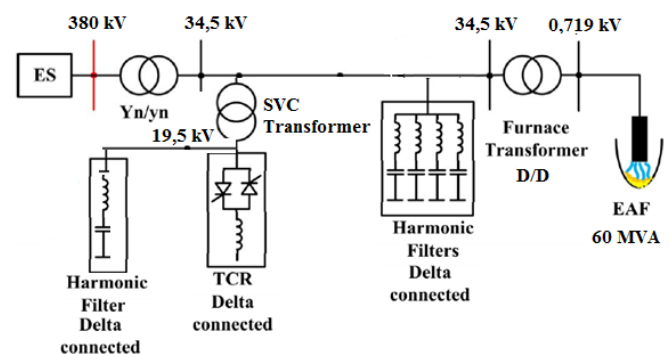


Fig.1.Single line diagrams of the system that feeds the 60 MVA EAF

The present system consists 100 MVA step-down transformer, 60 MVA EAF transformer and 20 MVA compensation transformers. In addition to compensation system contains 150 Hz 18 MVAR C-type High-Pass filter which is parallel to SVC system and respectively 100 Hz 15,7 MVA C-type High-Pass filter, 150 Hz 150 MVA C-type High-Pass filter and 4.3

MVAR 200 Hz C-type High-Pass filter groups for harmonic filter. Electrical grid short-circuit power is 7250 MVA and Thyristor controlled reactor that have 18 MVA compensation power is using for reactive power compensation of system. Matlab Simulink model of three phases electrical system

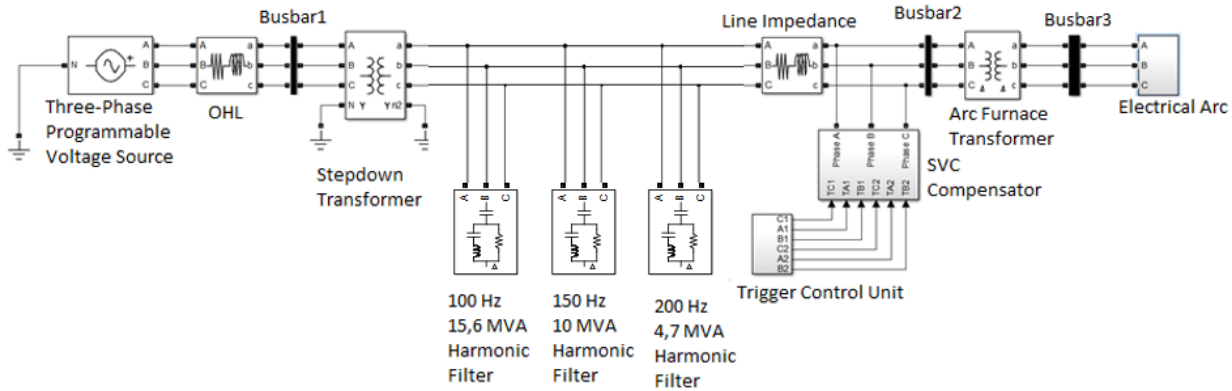


Fig.2. Three Phases Matlab/SIMULINK model of system feeding the electrical arc furnace load

TABLE I
CALCULATED TRANSFORMER PARAMETERS

Parameters	Stepdown Transformer	EAF Transformer	SVC Transformer
Nominal Power	100 MVA	60 MVA	20 MVA
Frequency	50 Hz	50 Hz	50 Hz
Primer Voltage	380 kV	34,5 kV	34,5 kV
Secondary Voltage	34,5 kV	0.719 kV	19,5 kV
Primer Resistance	26.88 Ω	0.120 Ω	0.443 Ω
Primer Inductance	0.684 H	3.07 mH	0.0112 mH
Secondary Resistance	0.221 Ω	0.532 μΩ	0.141 Ω
Secondary Inductance	5.64 mH	1.33 μH	3.601 mH

a) The modelling of Electrical Arc

Electrical arc is modelled using a time-dependent exponential function and voltage-controlled source benefiting from real current-voltage (V-I) characteristic presented in reference 16. Mathematical expression using for electrical arc model has been presented as follow[8,11];

$$V(i) = V_{at} \cdot \left(1 - e^{\frac{|i|}{i_0}}\right) \cdot \text{signum}(i) \quad (1)$$

In this equation, V_{at} and i_0 is threshold voltage and steepness factor respectively for electrical arc.

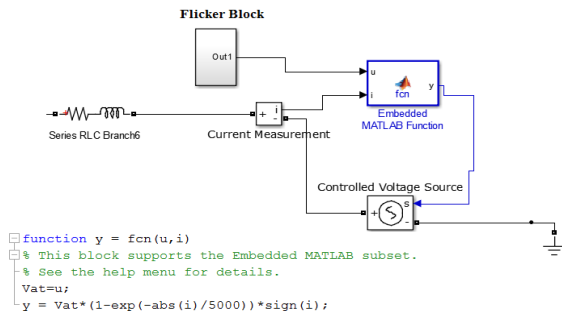


Fig3. Electrical arc model in Matlab/SIMULINK with Flicker effect

feeding the EAF load has been presented in Figure 2. Circuit parameters R and L of electrical system have been calculated with calculation parameters which are using in the references [12-15] for the calculation of circuit parameters and calculation results for transformers are presented in Table 1.

b) The Modelling of Flicker Effect

Random flicker effect presented in references [8, 11] is used for the modelling of Flicker effect. The mathematical expression makes use of the random flicker effect are shown in equations 2 and Matlab/Simulink model for flicker effect is presented in figure 4.

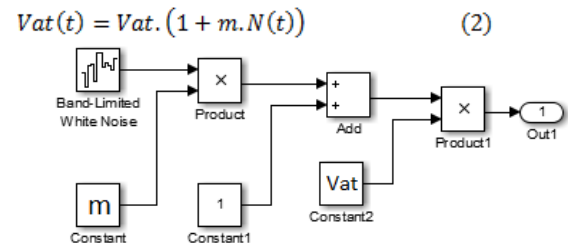


Fig4. Matlab/Simulink system model using for the flicker effect

c) The Modelling of Static VAR Compensation

Reactive power variation of EAF load is very fast. Because of this reason classical compensation methods are not useful for EAF load and Static VAR compensators (SVC) and Static Synchronous Compensators (STATCOM) are widely used for reduce of reactive power in EAF systems instead of conventional compensations [17]. Compensation in available system is provided with Static VAR compensation and Matlab/Simulink model of these compensation system are presented in Figure 5.

Mathematical expression used in defining the trigger angle depending on the thyristor phase angle is as in equation 3[2].

$$B(\alpha) = \frac{I_1}{V} = \frac{\sigma - \sin \sigma}{\pi \cdot X_L} = \frac{2(\pi - \alpha) + \sin 2\alpha}{\pi \cdot X_L} \quad (3)$$

Control block presented in figure 6 has been used in the simulation for the automatically identification of the phase angle according to reactive power variation.

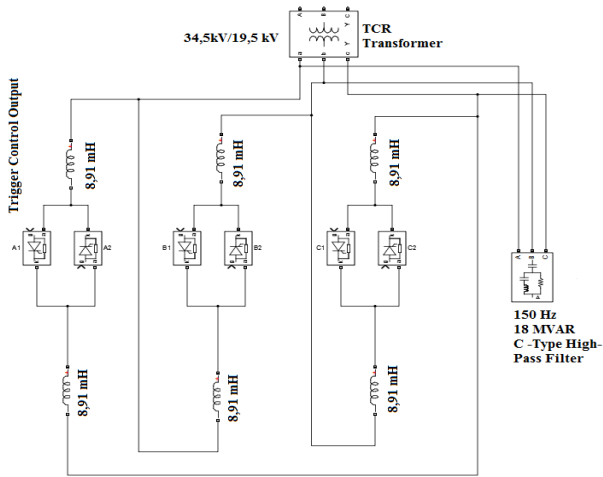


Fig5. Static VAR Compensator model in Matlab/Simulink for compensation of 60 MVA EAF load

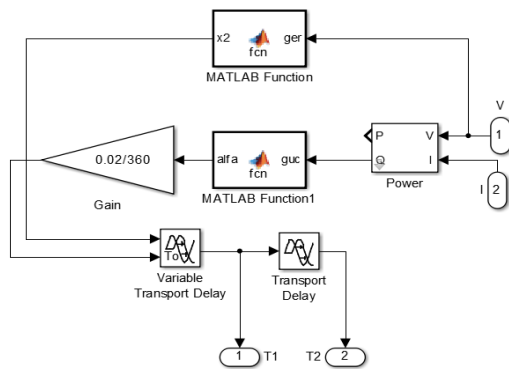


Fig6. Matlab/Simulink system model of the Trigger control Circuit

Reactive power with current- voltage values measured from the input of EAF transformer is calculated with the help of this block and the triggering of thyristors are provided by calculating the phase angle depending the reactive power.

d) The Modelling of Harmonic Filters

The feeder feeding the 60 MVA EAF load contains 2nd, 3rd and 4th harmonic filter groups. Harmonic filter groups are including 18 MVA 150 Hz harmonic filter as parallel the SVC system and 15,7 MVAR 100 Hz, 10 MVAR 150 Hz, 4,3 MVAR 200 Hz C-type-High-pass harmonic filters respectively. Harmonic filters in the simulation model has been modeled as C-type high pass filters using the Matlab/Simulink library. The mathematical expressions are used to calculate the total voltage and current harmonic distortion are given in equation 4 and 5.

- Total voltage harmonic distortion

$$THD_U = \sqrt{\sum_{N=2}^N \left(\frac{U_n}{U_{(1)}} \right)^2} \quad (4)$$

value

- Total current harmonic distortion value

$$THD_I = \sqrt{\sum_{N=2}^N \left(\frac{I_n}{I_{(1)}} \right)^2} \quad (5)$$

III. REAL TIME MEASUREMENT OF THE POWER QUALITY PARAMETERS FROM EAF

The system power quality parameters have been recorded with the aid of HIOKI 3197 and CA 8332 power quality analyzer connected to the inlet of EAF transformer. Records have been obtained with 2014 Hz sampling frequency and one-minute average when harmonic filters and compensation systems connected in the system. Waveform changes has been obtained with HIOKI 3197 power quality analyzer. Data concerning some of measurement parameters is held to in Figure 7-11.

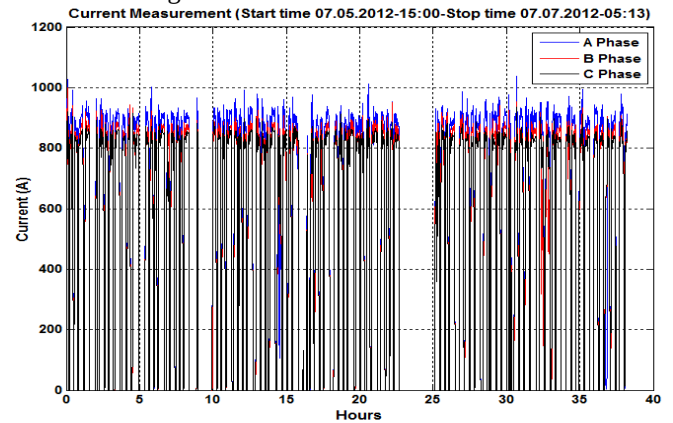


Fig7. The change of three phases RMS current values obtained from EAF transformer input with CA 8332 power quality analyzer.

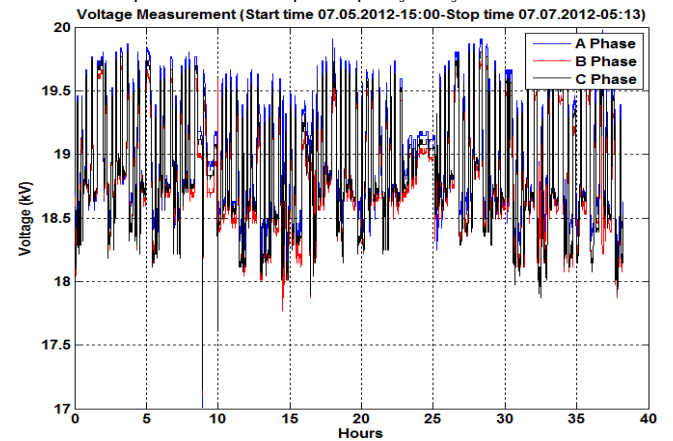


Fig8. The change of three phases RMS voltage values (phase-ground) obtained from EAF transformer input with CA 8332 power quality analyzer.

IV. SIMULATION RESULTS

A) The Characteristics of Electrical Arc

Matlab/Simulink model with Flicker effect presented in figure 3 are used to modelling of electrical arc. In this simulation, parameters for the modelling of electrical arc have been selected as threshold voltage $V_{at}=240$ V, modulation index $m=0,3$ and $i_0=5000$ A. Current-Voltage characteristic of electrical arc obtained as a result of the simulation has been presented in figure 12.

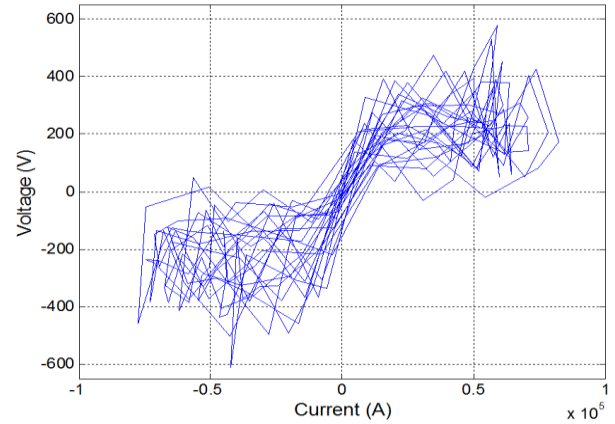


Fig12. Dynamic V-I characteristic of electrical arc in simulation

Variation of the current and voltage waveform of electrical arc have been shown in figure 13 and 14 respectively.

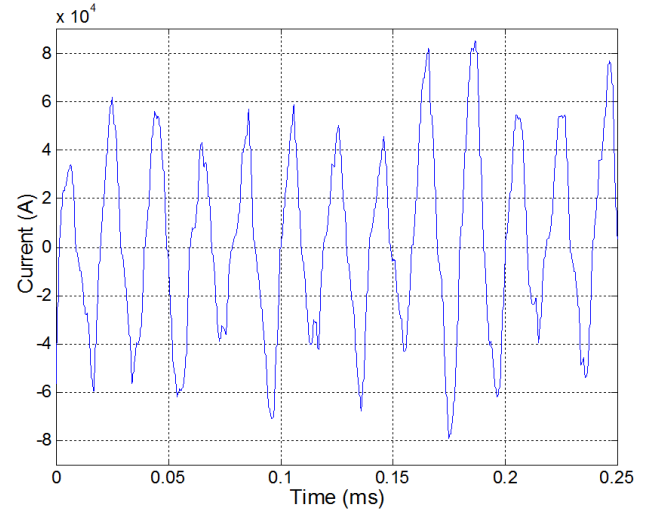


Fig13. The variation of arc current of electrical arc in melting for exponential model with Random flicker effect

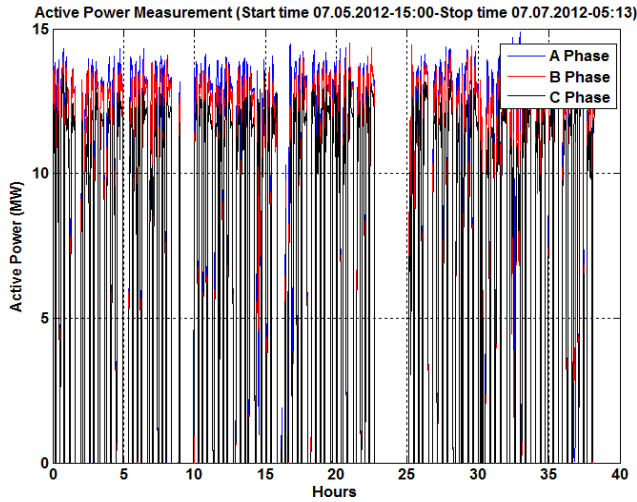


Fig9. The change of three phase's active power values obtained from EAF transformer input with CA 8332 power quality analyzer.

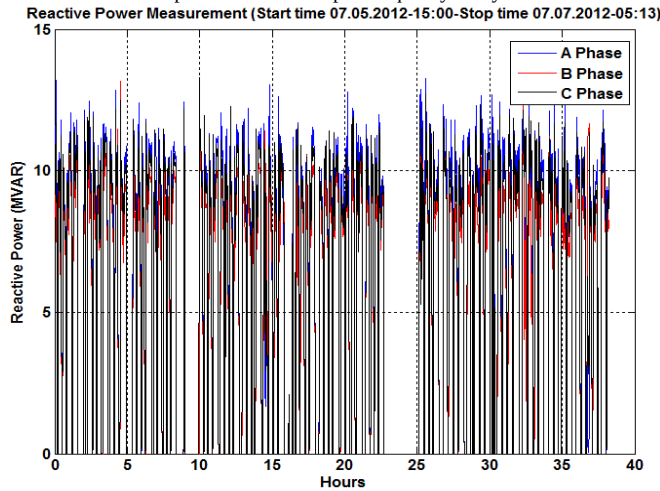


Fig10. The change of three phase's reactive power values obtained from EAF transformer input with CA 8332 power quality analyzer.

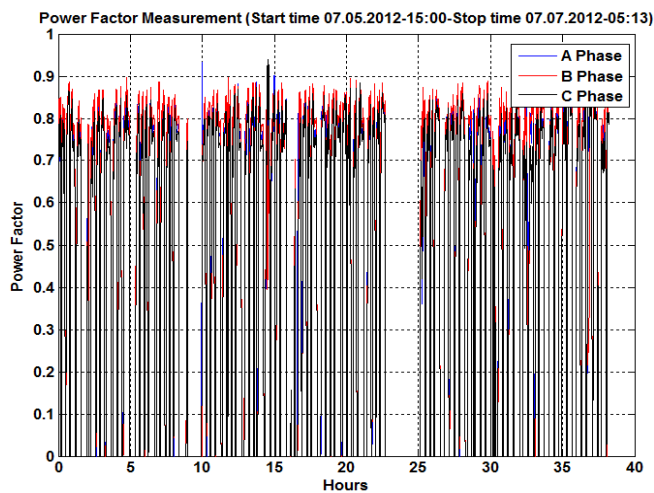


Fig11. The change of three phase's power factor values obtained from EAF transformer input with CA 8332 power quality analyzer.

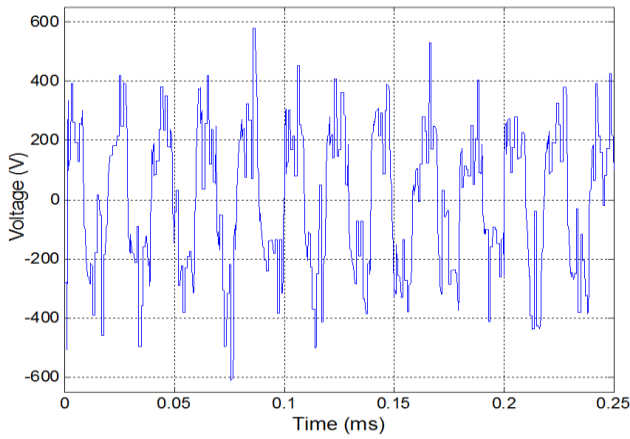


Fig14. The variation of arc voltage of electrical arc in melting for exponential model with Random flicker effect

B) Examining to EAF load power parameters

Real-time measurement results and simulation results are compared in order to examine the power quality parameters of EAF while SVC compensator and harmonic filter groups are connected in the system during 19 minutes melting process. Real time measurement and simulation values obtained from EAF transformer input have been presented and compared in figure 15-18.

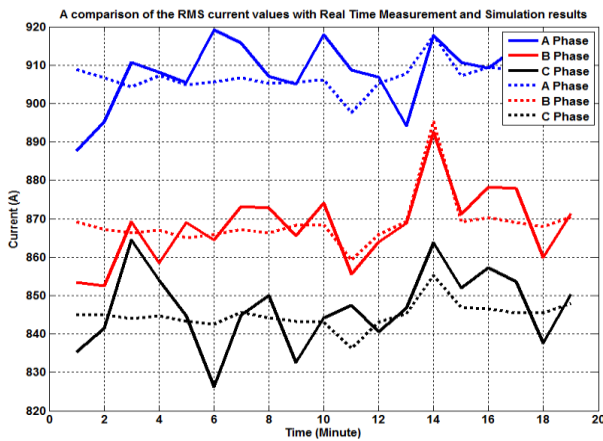


Fig15. Variation of current RMS values obtained from EAF transformer input during 19 minutes melting process (straight line: measurement, dashed lines: simulation)

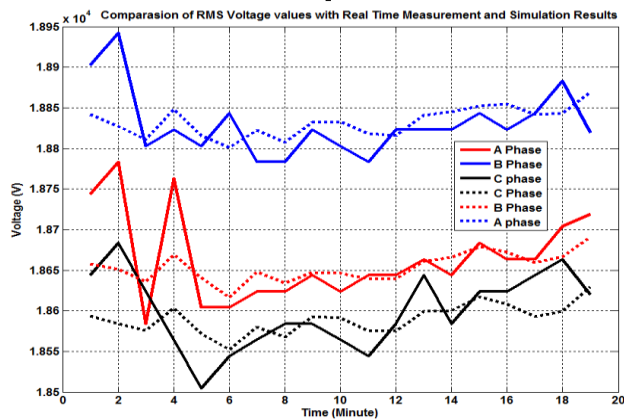


Fig16. Variation of voltage RMS values(Phase-ground) obtained from EAF transformer input during 19 minutes melting process (straight line: measurement, dashed lines: simulation)

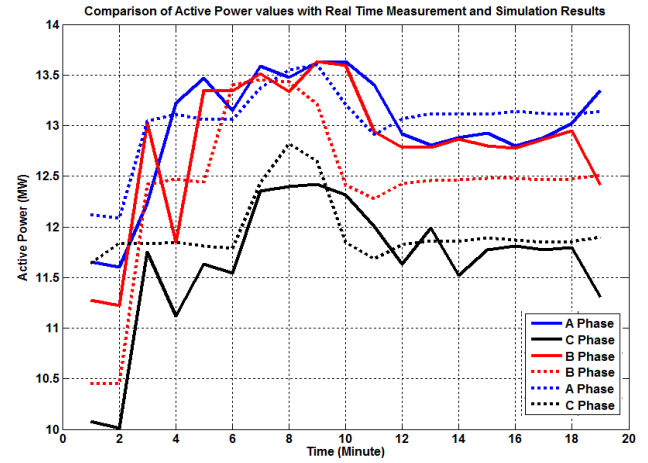


Fig17. Variation of active power values obtained from EAF transformer input during 19 minutes melting process (straight line: measurement, dashed lines: simulation)

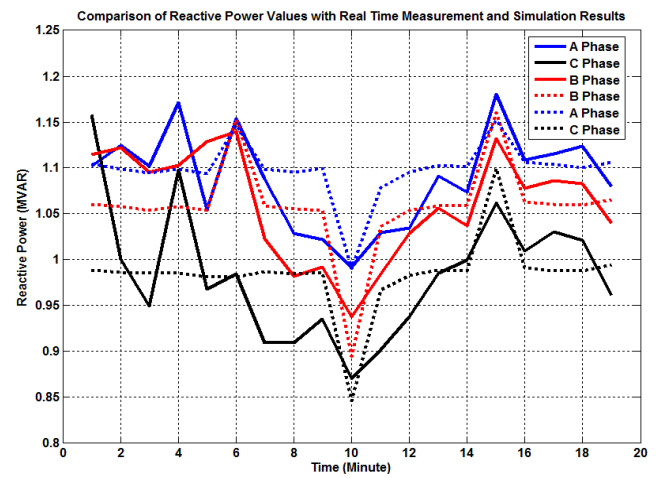


Fig18. Variation of reactive power values obtained from EAF transformer input during 19 minutes melting process (straight line: measurement, dashed lines: simulation)

Statistical Comparison of Measurement and Simulation Results

Measurement results and simulation results have been evaluated statistically and standard deviation and error rates has been calculated. Standard deviation and error rates are calculated as follows,

The average of the measurements;

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{f} \quad (6)$$

f : Number of sampling

X_i : Variables

$\bar{X}$: Arithmetic mean

Standard deviation is defined by the expression 13.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{(f * (f - 1))} \cdot \sum (X_i - \bar{X})^2} \quad (7)$$

Statistical simulation error rates calculated as depending on the standard deviation is also presented in Table 2.

TABLE II
STATISTICAL FAULT RATES FOR SIMULATION RESULTS

Phases /Error Rates(%)	Voltage (%)	Current %	Active Power (%)	Reactive Power (%)
A fazı	0,223	0,248	0,619	1,07
B fazı	0,188	0,274	1,020	5,20
C fazı	0,248	0,291	1,275	1,90

Statistical deviation of current, voltage and active power appears to be approximately 1%. For reactive power in the B phase in the worst case is calculated with a nearly 5% margin of fault.

Comparing the real-time voltage waveform acquired with HIOKI 3197 power analyzer with voltage waveform obtained from simulation results are also disclosed in figure 19. Additionally variation range of the voltage and current fluctuation obtained the simulation and real-time measurement are presented in Table 3 and Table 4 respectively.

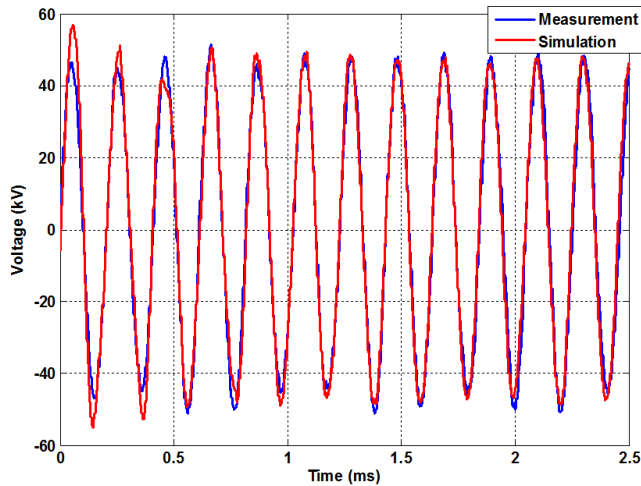


Fig19. Comparing the real-time voltage waveform acquired with HIOKI 3197 power analyzer with voltage waveform obtained from simulation results(blue: real-time measurement, red: simülasyon)

TABLE III
COMPARISON OF RMS VOLTAGE VARIATION RANGE WITH REAL-TIME MEASUREMENT AND SIMULATION

	Measurement		Simulation	
	min	max	min	max
Urms A	29463	34535	29334	34389
Urms B	29912	34397	29510	34476
Urms C	29429	34914	29584	34925

TABLE IV
COMPARISON OF RMS CURRENT VARIATION RANGE WITH REAL-TIME MEASUREMENT AND SIMULATION

	Measurement		Simulation	
	min	max	min	max
Irms A	0	1037	0	1078,4
Irms B	0	998,5	0	1016
Irms C	0	935,7	0	969

Implemented simulation model as seen from simulation results allows to us to analyze of voltage and current fluctuations and active- reactive power changing ranges as close to reality. Real time measurement and simulation results of voltage harmonics for 2nd, 3rd, 4th, 5th and 7th harmonics has been shown as in Table 5.

TABLE V
Maximum values obtained in harmonic distortion and THD values for Real-Time measurement and simulation

Measurement	2 rd (%)	3 rd (%)	4 rd (%)	5 rd (%)	7 rd (%)	THDV (%)
A phase	0,146	0,641	0,300	1,800	1,000	3,50
B Phase	0,158	0,095	0,300	2,000	1,300	2,80
C Phase	0,139	0,508	0,300	2,000	1,100	3,60
Simulation	2 rd (%)	3 rd (%)	4 rd (%)	5 rd (%)	7 rd (%)	THDV (%)
A phase	0,160	0,301	0,196	1,880	1,030	3,54
B Phase	0,140	0,102	0,265	1,810	1,190	3,47
C Phase	0,130	0,119	0,200	1,930	0,890	3,63

TABLE VI
CURRENT THD VALUES FOR REAL-TIME MEASUREMENT AND SIMULATION

	Measurement	Simulation
	THDI (%)	THDI (%)
A phase	5,523	6,90
B Phase	7,569	7,58
C Phase	7,381	8,02

This simulation model as shown in Table 5 and Table 6 can be used for the examining of the current and voltage harmonics in EAF load. The voltage FFT spectrum obtained from simulation are presented in Figure 20 and current FFT spectrum is shown in Figure 21.

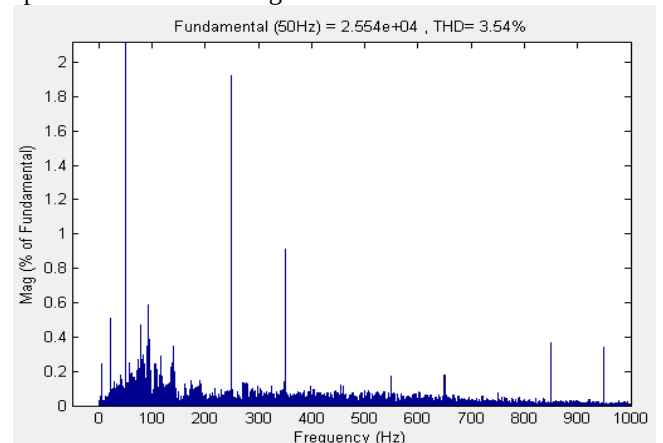


Fig20. The voltage FFT spectrum obtained from simulation for A phase

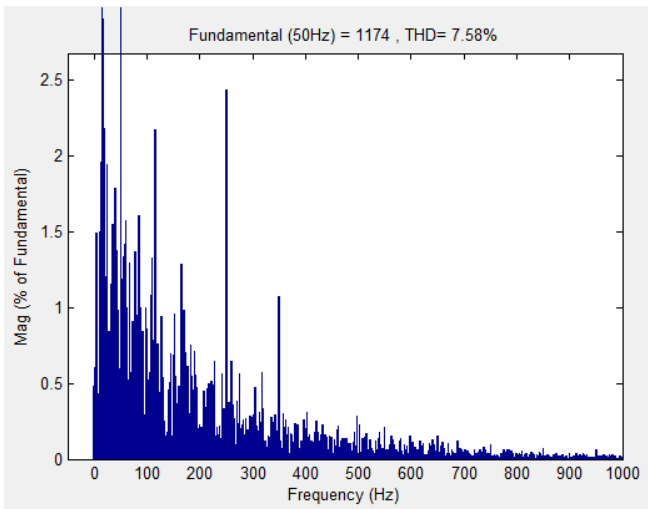


Fig21. The current FFT spectrum obtained from simulation for B phase

Harmonic threshold in accordance with regulations in Turkey are given in Table 7. The limits value of total harmonic distortion is 3%. However, the present system voltage harmonic distortion values are over than limits.

TABLE VII
HARMONIC LIMITS IN ACCORDANCE WITH REGULATION IN TURKEY

Odd Harmonics (non-solid of 3)		Odd Harmonics (in-solid of 3)		Even Harmonics	
Harmonic No. "h"	Harmonic Voltage(%)	Harmonic No. "h"	Harmonic Voltage (%)	Harmonic No. "h"	Harmonic Voltage (%)
5	1,5	3	1,5	2	0,75
7	1,5	9	0,75	4	0,8
11	1,0	15	0,3	6	0,5
13	1,0	21	0,2	8	0,4
17	0,75	>21	0,2	10	0,4
19	0,75			12	0,2
23	0,5			>12	0,2
25	0,5				
>25	0,2+0,5 (25/h)				
THB _v :% 3					

According to our simulation model defines the effect of harmonics and power quality problems created by the current system, solution recommendations for improving the harmonic effect by using the simulation model can be improved. In addition to Static VAR compensation system is working as close to the actual performance of the system and Comparison of the reactive power changes in A phase with SVC and without SVC is shown in figure 22.

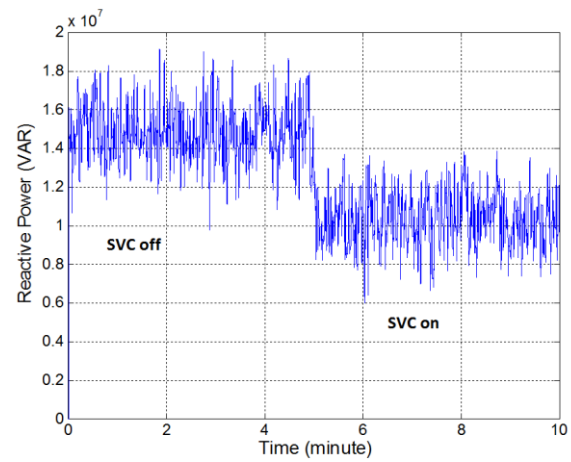


Fig22. Comparison of the reactive power changes in A phase with SVC and without SVC.

Recommendations for Improving Harmonic Effect

The implementation of three phase's simulation model can be used in analysis of the harmonic effect and power quality problems for EAF load. Solution proposal for harmonic improvements have been presented using these simulation model.

When real-time measurement harmonic values and simulation results are analyzed, 5th harmonic value is observed that on the harmonic limits. In addition, Interharmonics formed around 2nd harmonic leads to an increase in total harmonic distortion. Total harmonic distortion values obtained with 10 MVAR C type high-pass harmonic filter for reducing the 5th harmonic values added to system is shown in Table 8 and voltage FFT analysis for C phase with 5th harmonic filter is presented in figure 23.

TABLE VIII
TOTAL VOLTAGE HARMONIC DISTORTION VALUES WITH 5TH HARMONIC FILTER

	A Phase	B Phase	C Phase
THDV(%)	3,05	2,86	2,75

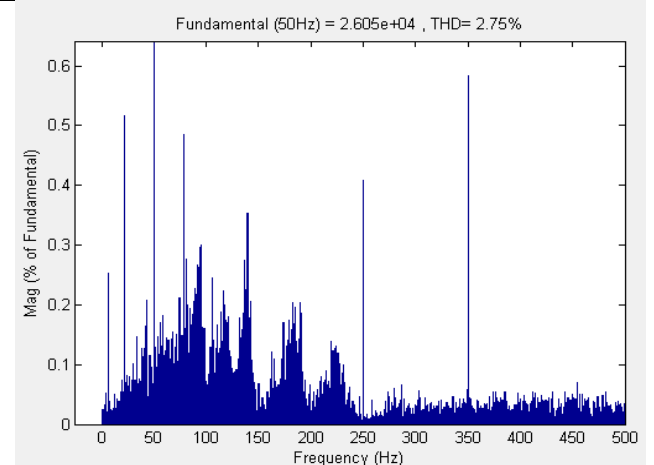


Fig23. The voltage FFT spectrum obtained from simulation for C phase with 5th harmonic filter

7th harmonic value is within the required limits and there is no need to for an additional harmonic filter for 7th harmonic.

Total harmonic distortion values obtained with apply to 50-100 Hz and 100-150 Hz double tuned filters as addition to 5th harmonic filter are shown in Table 9 and FFT spectrum for C phase voltage is presented in Figure 24.

TABLE VIX

TOTAL VOLTAGE HARMONIC DISTORTION VALUES WITH 50-100 HZ AND 100-150 HZ INTERHARMONICS FILTER AS ADDITION TO 5TH HARMONIC FILTER

	A Phase	B Phase	C Phase
THDV(%)	2,90	2,68	2,63

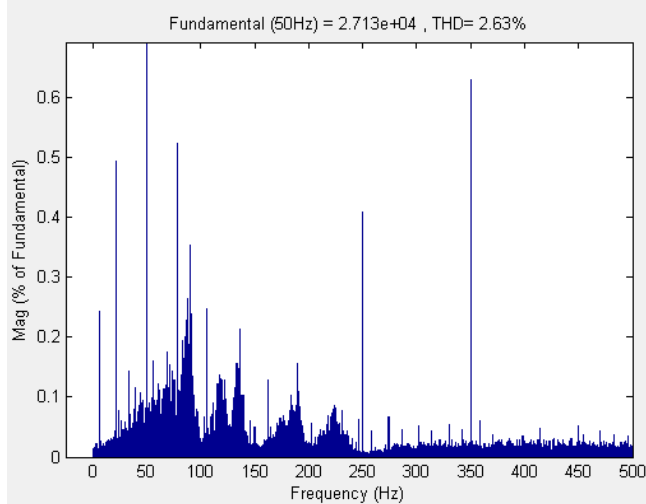


Fig24. FFT spectrum for C phase obtained with apply to 50-100 Hz and 100-150 Hz double tuned filters as addition to 5th harmonic filter

RESULTS

The creation of a mathematical model of the EAF's is not fully possible because of their stochastic structure in the melting process. Therefore, mathematical assumptions obtained from experimental results are used for identification of the EAF load.

In this study, simulation model of three phases electrical system that feeds the 60 MVA EAF load which is located in the facility of Sivas Iron and Steel Enterprise INC.(SIDEMIR) has been modeled using the Matlab/SIMULINK to examine the power quality problems caused by EAF. According to simulation results and experimental real time measurement;

This Matlab/Simulation model for three phases EAF load define with high accuracy voltage and current ripple caused by EAF and this model can be used for examining the power quality problems of EAF load.

Application model describes harmonic effects caused by EAF with random flicker effect and exponential electrical arc model.

5th harmonic filter and 50-100 Hz, 100-150 Hz interharmonics filter can be used for the improving harmonic effect in existent system and harmonic distortion level of the existing system can be adapted to the regulations.

Existing arc model could be improved for other time domain methods and this model can be used in the analysis

for investigation of other EAF load by changing the system parameters

References

- [1] O. Ozgun, A. Abur, "Flicker Study Using a Novel Arc Furnace Model", IEEE Transaction and Power Delivery, October 2002, Vol. 17, No. 4, pp.-1158-1163
- [2] M.A. Prietro, M. P. Donsion. "An Improved Time Domain Arc Furnace Model for Harmonic Analysis", IEEE Transaction on Power Delivery, V.19, pp. 367-373, 2004
- [3] Hooshmand, R., Banejad, M., Estefani, M.T., "A New Time Domain Model for Electric Arc Furnace", Journal of Electrical Engineering, Vol. 59, No. 4, 2008, pp. 195-202.
- [4] E. O' Neill-Carillo, G. Heydt, E. J. Kostelich, S. S. Venteka, A. Sundaram, "Nonlinear Deterministic Modelling of Highly Varying Loads", IEEE Transaction on Power Delivery, Vol. 14, No. 2, pp. 537-542, August 2002.
- [5] G.C. Montanari, M. Loggini, L. Pitti, e. Tironi, D. Zaninelli, "The Effect of Series Inductors for Flicker Reduction in Electric Power Systems Supplying Arc Furnace", IEEE/IAS Annual Meeting, Toronto, October, 1993
- [6] G.C. Montanari, M. Loggini, A. Cavallini, L. Pitti, D. Zaninelli, "Arc Furnace Model for Study of Flicker Compansation in Electrical Network", IEEE Transaction on Power Delivery, Vol. 9, No. 4, October 1994
- [7] H. Mokhtari, M. Hejri, "A New Three Phases Time Domain Model for Electric Arc Furnace using MATLAB", IEEE/PES Transmission and Distribution Conference and Exhibitions, 3(3):25-29, 2002
- [8] M. Şeker, A. Memmedov, "Investigation of Voltage Quality in Electric Arc Furnace with Matlab/Simulink", International Journal of Engineering and Technical Research(IJERT), ISSN:2321-0869, Volume-2, Issue-11, November 2014
- [9] J.D. Lavers, B. Behnam Danai, P.P. Biringer, " A Method of Examining in Detail Electric Arc Furnace Performance", IEEE Transaction Industrial Application, Vol. 21, pp. 137-146, January/February 1985
- [10] A.M. Dam, A. Mohacsi, D. Stade, H. Schau, S. Kramer, "Comparision of Different ways to Simulate Arc Furnace Power Quality Impact", in Proc. IEEE International Conference Harmonic Power System, pp. 422-428, 1994
- [11] D.C. Bhonsle, R.B. Kelkar, "Simulation of Electric Arc Furnace Characteristics for Voltage Flicker Study using Matlab", International Conference on Recent Advancements in Electric, Electronic and Control Engineering, IEEE 2011
- [12] Bello, J.R., "Fundamental of The Electric Arc Furnace", Electric Furnace Proceedings 29, 1971, p 219
- [13] Borreback, E.J., "Maximum Power Operation of Electric Arc Furnaces", Iron and Steel Engineering, May 1969, p. 74
- [14] Pelfrey, D.L., "Specifying Arc Furnace Transformers", Electric Furnace Conference Pittsburg, Pa, 1980
- [15] L. Di Stasi, Electric Furnaces (in Italia), Patron ed., Padova, Italy, 1976
- [16] Ache, E., et all, " A Harmonic Domain Computation Package for Nonlinear Problems and Its Application to Electric Arc", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 5, No. 3, July 1990
- [17] A.Alzate, A. Escobar, J.J. Marulanda, "Application of a D-STATCOM to Mitigate Arc Furnace Power Quality Problems", IEEE Trondheim PowerTech Conference, IEEE, 2011

Artificial Neural Network Approach for the Prediction of Thermal Insulation Properties of Lightweight Building Materials for Energy Efficient Buildings

Sehmus FIDAN

Batman University Engineering Faculty
Department of Electric-Electronic Engineering
Batman, Turkey
sehmus.fidan@batman.edu.tr

Suleyman POLAT

Batman University Engineering Faculty
Department of Geology Engineering
Batman, Turkey
suleyman.polat@batman.edu.tr

Hasan OKTAY

Batman University Engineering Faculty
Department of Mechanical Engineering
Batman, Turkey
hasan.oktay@batman.edu.tr

Abstract— In this study, an experimental investigation is performed to predict the thermal insulation properties of concrete samples of which the mechanical properties are known, by using an artificial neural network (ANNs) method. The produced light weight concrete (LWC) types are cement based and have relatively high insulation properties for energy efficient buildings. In this regard, different types of concrete samples containing different ingredients such as air-entrained admixtures, silica fume (SF) and superplasticizer (SP) are prepared with a constant w/c ratio, and normal aggregates replaced by porous aggregates (LWAs) including rubber aggregates (RA), pumice (PA) and expanded perlite (EPA) at different volume fractions vary between 10% and 50%. Then, in accordance with ASTM and EN standards, 96 composite samples and their compositions are produced and their mechanical and thermal properties are tested. An ANN model was designed, trained and tested using the applicable test data of 96 concrete samples gathered from experimental setup by using MATLAB software. In ANN model, the trained data are aligned in a format of five input parameters that covers the bulk density, porosity, compressive strength, slump, and the percentage lightweight aggregate content (%). The finding of this study indicated that the ANN models are sufficient tools and have strong potential for prediction of the thermal properties of LWC. This undoubtedly will reduce the cost and save time in this class of problems, thereby reliable results are obtained.

Index Terms— Concrete, thermal and mechanical properties, artificial neural network, energy efficient building.

I. INTRODUCTION

Building and construction sector which is considered to be one of the fastest growing industries has an important role in global energy consumption in terms of heating and cooling. Especially, in Turkey; this amount is approximately 37% of the total energy consumption [1]. To reduce the heat loss and provide efficiency in energy, it is mandatory to reduce energy consumption of buildings and envelopes by enhancing the thermally insulation properties of cement-based composites which is relevant to the use of these materials. In particular, thermal conductivity is a key and materials with low thermal conductivity give small amplitude of heat gain value. Furthermore, compressive strength is a significant property in the building design; thus these structures also should have sufficient mechanical properties. However, to find ideal thermophysical properties of concrete structures by means of energy efficiency is time-consuming and brings along additional costs. In addition, the mathematical models which are used to describe experiences gathered from data of concrete mixes behaviors are most reliable and accurate as well as recommended methods [2]. These models based on experimental data are generally in regression forms, and called “free models”[3]. However, because of more assumptions and less accuracy in regression form, regression methods cannot be used when the problem contains many independent variables. Recently many new modeling methods such as artificial neural networks (ANN), expert systems as a free model can complex relation and approximate non-linear due to any parameters and

trial and error process by learning real record relationship without any presumptions [4].

Artificial neural networks (ANN) are a family of massively parallel architectures that are producing meaningful solutions to the problems capable of learning and generalization of examples and experiences, even if the input data is incorrect or incomplete. ANN is a powerful tool to solve for some complex engineering problems. The basic strategy for developing a neural network-based model for material behavior is to train a neural network on the results of a series of experiments using that material. If the experimental result contains relevant information on the behavior of the material, the neural network training will contain sufficient information on the behavior of a material to qualify as a model material [5]. This learning of the neural network not only be able to reproduce the experimental results, but would be able to bring the results of other experiments by the generalization ability.

Marai M. Alshihri et. al [4] are used the neural networks (NNs) to predict the compressive strength of light weight concrete (LWC) mixtures after 3, 7, 14, and 28 days of curing. It is concluded that the cascade correlation (CC) neural network model predicated slightly accurate results and learned very quickly as compared to the back propagation (BP) procedure. Furthermore, Guang and Zong, [6] proposed a method to predict 28-day compressive strength of concrete using multilayer feedforward neural networks. Dias, [7] presented an artificial neural network model for predicting the strength and slump of ready mixed concrete. Eldin and Senouci, [8] employed a neural network for measuring and predicting of the strength of rubberized concrete. Lai [9] predicted the mechanical properties of concrete by ANNs.

Therefore, this research aimed to predict ideal thermophysical properties of LWCs by using an ANN method so as to reduce the energy consumption of the buildings. The LWCs were prepared by changing the volume fraction of lightweight aggregates in the cementitious matrix, which were exposed to the same conditions. The test program was conducted mainly to investigate the effect of pumice, rubber aggregates and expanded perlite on the thermal property of samples by using thermal response method. The findings and results are presented in detail in the following sections.

II. EXPERIMENTAL PROCEDURE

A. Concrete Mixtures, Materials and Test Methods

Several materials were used to obtain different lightweight building elements. The materials were locally available ordinary Portland cement (PC) (CEM I 42.5R), silica fume (SF), fine aggregate, coarse aggregate, RA, PA, EPA and superplasticizer (SP). Concrete mixtures were designed with a constant water–cementitious material (w/c) ratio of 0.48 and total cement content of 350 kg/m³. Normal aggregates were replaced by PA, EPA and RA at different volume fractions vary between 10% and 50%. The samples were produced as NC, AEC, PC, EPC and RC which denote the normal concrete, air-entrained concrete, pumice concrete, expanded

perlite concrete and rubberized concrete, respectively. The numbers as 10, 20, 30, 40 and 50 show the percentage of replacement. In total, 96 concrete samples were produced and their slump tests were performed at fresh state.

Mechanical tests which are the compressive strength, bulk density, porosity are performed on air dry samples aged 28 days. The thermal conductivity test was performed on same state with the age of 35 days according to EN 12667. At least the measurement of these tests is performed by thermal response method and the values presented in the tables are based on the average values $\pm$ a tolerance limit (less than 4%) and the full range of properties cover, as measured for different samples in the same category.

B. Construction of Neural Network Model and Parameters

ANN is usually used for fitting a function, recognizing patterns, and clustering of data. ANNs are models of biological neural structures and are useful when the data is very complex and the design is too impractical to be implemented manually. In this article, the ANN was used for the clustering of data which means grouping of data based on similarities.

Figure 2 illustrates a generic model neuron where neuron consists of five inputs and a single output. Every input is modified by a weight, which multiplies with the input value. The neuron will combine these weighted inputs with reference to a threshold value and activation function. The output is determined by using these values. There are a number of common activation functions in use with neural networks such as step function, sigmoid function or hyperbolic tangent. In the process of network training, the error, which is the difference between the experimental and predicted thermal results of concrete samples, was calculated. The error was then propagated backward through the network. At each neuron in the network, the error was used to adjust the weights and threshold values of the neuron. This was done to ensure that in the next round, the error would be reduced for the same inputs.

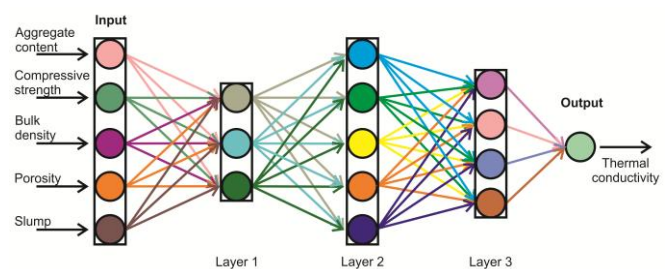


Fig. 1. Structure of a back propagation neural network

In this study, a three-layer neural network which is fixed as 3-5-4 has been designed, that is, five input nodes, three layers and one output node. For this aim, Matlab - Neural Network Toolbox is used to design, train and simulate the ANNs. An ANN model was designed, trained and tested using the

applicable test data of 96 concrete samples gathered from experimental setup by using MATLAB software. The data used in neural network model are arranged in a format of five input parameters that cover the bulk density, porosity, compressive strength, slump, and the percentage lightweight aggregate content (%).

III RESULTS AND DISCUSSION

The results of the experimental tests gathered from the mechanical and thermal properties of PC, NC, EPC and RC, and mixtures prepared, in contrast with the control mixture are shown in Table 1 below.

After experimental setup was performed, an artificial neural network (ANN) method, which is Levenberg-Marquart algorithm is selected for prediction of thermal conductivity of concretes of which the mechanical properties are known. In the training session, validation is stopped after 9 iterations at mean squared error value of 0.019. Figure 2 presents mean squared error (MSE) performance. In this figure best validation performance occurred at iteration 3 and the neural network at this iteration is returned. After 3 iteration, test set and validation set error have similar properties and no over-fitting occurred.

Table 1. Mechanical and thermal properties of produced concrete samples^a

Types of concrete	Compressive strength σ_c (MPa)	Bulk density ρ (kg/m ³)	Porosity ϕ (%)	Slump (mm)	Thermal conductivity λ (W/mK)
NC	51.85	2345.09	8.41	10	1.96
EPC (10%)	31.21	2139.09	12.86	20.3	1.51
EPC (20%)	19.02	1885.52	18.37	22	1.22
EPC (30%)	10.01	1559.44	23.28	19.3	0.70
EPC (40%)	8.15	1376.56	26.12	21.3	0.50
EPC (50%)	4.88	1168.63	28.20	19.3	0.36
PC (10%)	33.46	2005.34	11.23	18.3	1.54
PC (20%)	23.39	1851.02	16.55	20.6	1.29
PC (30%)	13.07	1559.95	22.05	17.6	0.76
PC (40%)	9.90	1400.72	24.20	20.3	0.54
PC (50%)	9.51	1329.97	27.28	16.6	0.41
RC (10%)	42.04	2244.30	9.19	4.5	1.72
RC (20%)	30.41	2148.07	11.43	3.2	1.44
RC (30%)	19.04	2033.93	12.23	2.5	1.22
RC (40%)	9.51	1874.62	14.19	2.3	0.89
RC (50%)	4.53	1644.98	16.35	1.8	0.62

^a These properties are the average of the five specimens for each test.

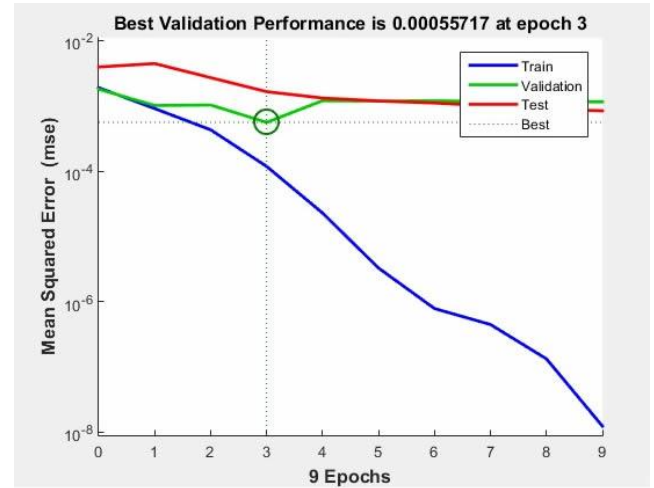


Fig.2-Performance plot for LM algorithm

A linear regression between the network output and the corresponding target is shown in Fig. 3. The output follows the targets well and the correlation coefficient R is 0.99939 for the total response that indicate good matching between the experimental and prediction data.

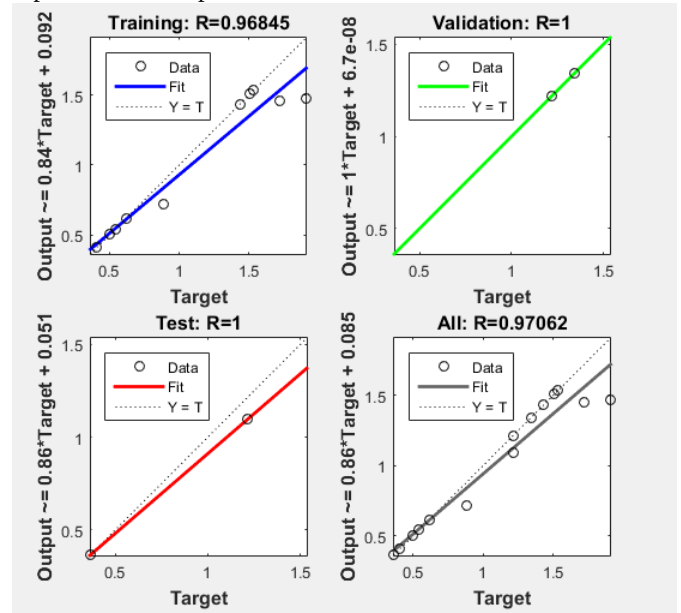


Fig.3-Regression plot for LM algorithm

Table 2 shows a comparison between the predicted thermal conductivity of concrete against experimental data, which emphasizes that it is a good agreement between the predicted values and the experimental data.

From the test results, it is evident that error percentage conductivity lies in the range from 0.27% to 4.66% between experimental data and neural network prediction. Therefore, It can be concluded that the prediction of the artificial neural network has proceed in the correct manner.

IV CONCLUSIONS

This study presents to predict ideal thermal insulation characteristic of LWCs by using an ANN method so as to reduce the energy consumption of the buildings. An experimental approach to the evaluation of thermal conductivity of LWCs using back propagation neural network is proposed in the present study. Initially, the number of neurons in the hidden layer is optimized by trial and error method. Then the neural network 3-5-4 is trained using Levenberg-Marquardt (LM) training algorithm, the value of the

mean squared error and the correlation coefficient R were found as 0.019 and 0.99939, respectively. The results show that the predicted data are acceptable when compared with the actual experimental test results. Hence, a well-trained ANN system is expected to be very helpful for estimating the ideal thermal insulation characteristic of LWCs and can be an alternative and practical technique to evaluate energy consumption for the green buildings.

Table 2 Test data and predicted values from neural network

Types of Concrete	Agrega Content	Bulk Density	Compressive Strength (Mpa)	Porosity (%)	Slump (cm)	Thermal Conductivity (W/m ² .K)		
						Experimental	ANN Predicted	Error
EPC (45%)	0.45	1383.88	5.74	26.28	20.6	0.420	0.454	% 7.4
PC (25%)	0.25	1737.80	18.83	20.63	20.5	0.970	0.973	% 0.3
RC (35%)	0.35	2002.06	12.36	12.93	2.3	1.150	1.088	% -5.7
EPC (45%)	0.15	2149.64	23.12	15.44	21.4	1.360	1.402	% 3
PC (25%)	0.05	2196.42	38.24	9.86	15.2	1.720	1.676	% -2.6
RC (35%)	0.25	1974.96	26.38	12.14	2.8	1.350	1.282	% -5.3

REFERENCES

- [1] Anon, Report on Energy Efficiency in The World and Turkey, Ch. Mech Eng., 2008
- [2] Pooliyadda SP, Dais WPS. Neural networks for predicting properties of concretewith admixtures. Constr Build Mater 2001;15(7):371-9
- [3] Ramezaniapour AA, Davapanah A. Concrete properties estimation and mix design optimization based on neural networks, world conference on concrete materials and structures (WCCNS), Kuala Lumpur, Malaysia; 2002.
- [4] Marai M. Alshihri, Ahmed M. Azmy, Mousa S. El-Bisy. Neural networks for predicting compressive strength of structural light weight concrete. Construction and Building Materials 2009; 23: 2214 – 2219.
- [5] Masri SF., Chassiakos AG., and Caughey TK., Identification of Nonlinear Dynamic Systems Using Neural Networks, Journal of Applied Mechanics; 60: 123-33, 1993
- [6] Guang NH, Zong W.J., Prediction of Compressive Strength of Concrete by Neural Networks, Journal of Cement and Concrete Research; 30: 1245-1250, 2000
- [7] Dias W.P.S., Pooliyadda S.P., Neural Networks for Predicting Properties of Concretes with Admixtures, Journal of Construction and Building Materials; 15: 371-379, 2001
- [8] Eldin N.N., and Senouci A.B., Measurement and Prediction of the Strength of Rubberized Concrete, Journal of Cement and Concrete Composites; 16:287-298., 1994
- [9] Lai S, Serra M., Concrete Strength Prediction by Means of Neural Network, Journal of Construction and Building Materials; 11(2): 93-98, 1997
- [10] Chandra S., Berntsson L., Lightweight Aggregate Concrete. Noyes Publications/William Andrew Publishing: NY, p. 367.2002
- [11] Yasar E., Erdogan Y., Place in the Natural Stone Industry Toprakkale Basalt., 4. Industrial Miner Congress, Izmir; 2001

Fp Growth Algoritması ve Big Data Uygulamaları

Taner UÇKAN
Başkale MYO
100.Yıl Üniversitesi
VAN, Türkiye
taneruckan@yyu.edu.tr

Cengiz HARK
Adilcevaz MYO
Bitlis Eren Üniversitesi
Bitlis, Türkiye
cengizhark@hotmail.com

Prof. Dr. Ali KARCI
Bilgisayar Mühendisliği
İnönü Üniversitesi
Malatya, Türkiye
ali.karci@inonu.edu.tr

Özetçe— Veri Madenciliği, çeşitli kaynaklardan depolanmış büyük çaptaki veri kümeleri içerisinde bulunan gizlenmiş veya keşfedilmemiş bilgilere erişme amacı ile kullanılır. Teknolojinin gelişimi ile birlikte sosyal paylaşım platformları başta olmak üzere sensör verileri, bilimsel deneyler gibi birçok alanda yapısal, yarı yapısal ve yapısal olmayan büyük miktarda bilgi depolanmaktadır. Bu bilgileri açmak ve arzu edilen bilgilere ulaşmak için çok sayıda yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemler arasında ilişkisel kural çıkarma algoritmaları en çok tercih edilen algoritmalarlardır. Bu çalışmada ilişkisel kural çıkarma algoritmalarından en çok tercih edilen Fp-Growth algoritması anlatılacak ve Big Data üzerinde yapılmış çalışmalar hakkında bilgiler verilecektir.

Anahtar Kelimeler—Fp-Growth Algoritması, Büyük Veri, İlişkisel kural çıkarımı, Veri Madenciliği

Abstract— Data mining used for to gather hidden or undiscovered data in huge piles of data clusters. With the improvements in technology, especially in internet social platforms, sensor data in scientific experiments structural, semistructural and nonstructural are stored to reach out for needed and desired information many different methods being used. In all of these methods, most commonly used one is related rule extraction algorithm which is the most preferred related rule extraction will be explained and information will be given about studies on Fp-Growth algorithm used on Big Data.

Index Terms— Fp-Growth Algorithm, Big Data, Data Mining

I. GİRİŞ

Gün geçtikçe dijital verilerin hızlı bir şekilde artması ve bu verilerin büyük veri tabanı sistemlerinde saklanması, kaydedilen bu verilerden yüksek verim elde edecek şekilde analiz etme gereksinimini ortaya çıkarmıştır. Bu gereksinimler, veri tabanlarında bilgi keşfi adı altında yeni yöntem arayışlarını ortaya çıkarmıştır. Veri tabanlarında bilgi keşfi farklı bölümlerden oluşan bir süreç olmakla birlikte bu sürecin en önemli kısmı " Veri Madenciliğidir"[1].

Veri yönetimi ve analizi gibi konular, big data çağında yeni zorluklarla karşılaşmakta özellikle akılcı ve güncel veri işleme metotları big data dan ilişkisel veriler çıkarmak ve analiz etmek için ilgi odağı olmuştur[2].

Büyük veriler üzerinde veri analizleri ve istatistiksel sonuçlar elde edilmek istenildiği zaman çoğunlukla geleneksel veri madenciliği yöntemleri kullanılmakta ve bu yöntemlerin eksik kaldığı noktalarda yeni nesil veri analizi tekniklerinden faydalanılmaktadır. Veri madenciliği teknikleri arasında yüksek doğruluk oranı ve zamansal kazançlardan dolayı çoğunlukla Fp-Growth ve Apriory gibi ilişkisel kural çıkarım algoritmalarından faydalanılmaktadır. Fp-Growth algoritması ile benzeri diğer yöntemlere oranla büyük veriler üzerinde çalışırken daha iyi zaman/performans değerleri elde edilebilmektedir.

II. VERİ MADENCİLİĞİ

Veri madenciliği, büyük miktarlardaki veri kullanılarak çıkarılabilecek verinin tahmin edilmesine yardımcı olacak anlamlı ve yararlı kuralların bilgisayar programları aracılığı ile aranması ve analiz edilmesidir. Ek olarak Veri madenciliğinin büyük veri kümelerinde bulunan ilişkisel kuralları inceleyerek birbirleri ile olan ilişkileri bulmaya yarayan ve bu veri tabanı sistemlerinde saklı kalmış yararlı bilgilerin analiz edilmesini sağlayan bir teknik olduğu söylenebilir[3].

Veri madenciliğinin en önemli fonksiyonlarından bir tanesi ilişki kuralları çıkarmaktır. Gelecekte gerçekleşecek olayların geçmişte olan olaylarla bir bağlantısının olduğunu ya da çok farklı olmayacağını varsayarak geçmiş verilerden elde edilen kurallar gelecek içinde geçerli olacak ve doğru tahmin yapmamızda bize katkıda bulunacaktır[1]. Genel olarak, veri madenciliği verilerin farklı bir bakış açısından analiz edilmesi ve kullanışlı bilgi halinde özetlenmesi sürecidir. Teknik olarak veri madenciliği, büyük ve birbiriyle ilişkili veri tabanları içinde düzenlerce alan arasında korelasyonlar ve düzenler bulma sürecidir[4].

Veri madenciliği yöntemleri birçok disiplinde geçmişten yola çıkarak gelecekte olabilecek olaylar hakkında tahmin ve çıkarımlarda bulunmak için kullanılmaktadırlar. Bu disiplinler bankacılık sistemlerinde, mevduat etkinlik ölçümlerinde [5], Bir e ticaret sisteminde tutulan verilerin analizlerinde [6] ve Borsa sistemlerinde bulunan firmaların yıllık finansal göstergelerinde[7] veri madenciliği yöntemleri kullanılabilir Veri Madenciliğinin kullanıldığı disiplinler genel olarak şekil 1 de gösterilmektedir.

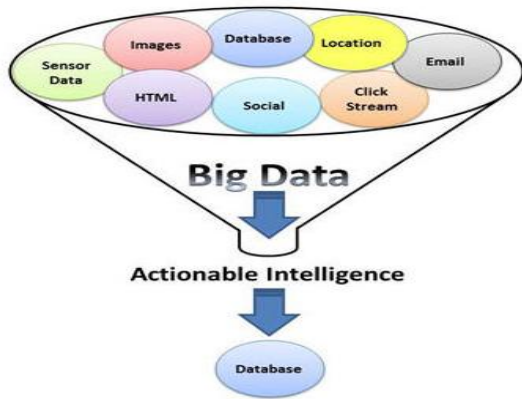


Şekil 1. Veri madenciliği disiplinleri

III. BIG DATA

Teknolojinin ilerlemesi ile tarihte görülmemiş oranda veri üretilmekte ve paylaşılmaktadır. Veri üretim sistemlerinin çeşitlenmesi ve üretilen verilerin depolanma ihtiyacının olması depolama sistemlerinin kapasitesinin her 40 ayda bir ikiye katlanması sonucunu ortaya çıkarmıştır[8]. Bilgisayar Bilimleri Kurumu'nun son yıllarda yayınladığı bir rapora göre 2020 yılına gelindiğinde üretilen veri miktarının bulunduğumuz döneme oranla %4300'lük bir artış göstereceği tahmin edilmektedir[9].

Gerek sosyal paylaşım platformlarında gerekse diğer donanımsal ve yazılımsal sistemlerin ürettikleri verilerin depolanması sonucu ortaya çoğunluğu yapısal olmayan veriler çıkmaktadır. Yani Digitalize edilmiş tüm veriler big data'nın kapsamı içerisine girmektedir[10]. Bu veriler türlerine göre geleneksel veri madenciliği yöntemleri kullanılarak veya yeni nesil veri analiz yöntemleri kullanılarak analiz edilip ihtiyaç duyulan bilgilere ulaşılmaktadır.



Şekil 2. Aksiyonlanabilir dinamik veri akımı [10]

Big Data'nın ilk oluşum süreçlerinde temelde Volume(Hacim), Variety (Çeşitlilik) ve Velocity(Hız) olmak üzere üç özelliği olduğu kabul edilsede sonrasında bu özelliklere verinin değerini temsil eden Value(değer)

özelliğide eklenmiştir[8]. Üretilen Verilerin Exponansiyel olarak artması sonucu ilk olarak depolama problemleri ortaya çıkmıştır. Bu problemlere çözüm olarak Google firması tarafından dağıtık dosya sistemi olan GFS önerilmiştir. Bunun devamında Apache firmasının öncülüğünde açık kaynak kod bir yapıya sahip olan HFS geliştirilmiştir. Depolanan büyük veriler üzerinde işlemler ve analizler yapmak için geleneksel yöntemler dışında kullanılan bazı teknolojiler şunlardır;

- Google File System (GFS)
 - Map
 - Reduce
- Hadoop File System (HFS)
 - Hadoop MapReduce
 - Hadoop Common
 - Hadoop Yarn
 - Hadoop Hive
 - Hadoop Pig
- Nvidia CUDA for Big Data

IV. FP-GROWTH ALGORİTMASI

Veri tabanları içinde bulunan bilgilerden birliktelik kurallarının elde edilmesi en önemli konuların başında gelmektedir. Birliktelik kuralları sayesinde bir arada sıklıkla bulunan veriler arasında bir ilişki bulunup bulunmadığı tespit edilerek ileriye yönelik tahminlerde bulunulmaktadır[1]. Veri madenciliğinde ilişkisel veri analizi yapılırken kullanılan en önemli algoritmalarından biri Fp-Growth algoritmasıdır. Bu algoritmayı diğer algoritmalarından ayıran temel özellik veri tabanını yalnızca iki defa taramasına bağlı olarak büyük veriler üzerinde daha iyi bir performans sunmasıdır.

Fp-Growth algoritması temelde iki adımdan oluşmaktadır.

Adım1:Fp-Tree diye adlandırılan kompakt veri yapısını oluşturmak.

Adım 2:Sık kullanılan veri kümelerini doğrudan ağaç yapısını kullanarak çıkartmak[11].

Fp-Tree Algoritmasında;

1. DB bir kez taranarak 1-yaygın öge bulunur.
2. Yaygın öğeler destek sayısına göre büyükten küçüğe sıralanır.
3. DB bir kez daha taranarak FP-ağacı oluşturulur[12].

Fp-Tree ağacı oluşturulurken ilk olarak veri seti taranır ve önceden belirlenen destek değerinin altında kalan veriler hesaplama dışında bırakılır. Verilerin destek değerleri bulunduktan sonra destek değerini aşan veriler destek değerlerine göre büyükten küçüğe olmak üzere sıralanmaktadır. Sıralama işlemini takiben ağaç yapısı oluşturulmaya başlanır. Ağaç yapısı ilk olarak boş bir kümeyi temsil eden root verisinden başlanarak her bir veri kümesi ilk kümeden başlamak üzere ağaca yerleştirilmektedir. Ağaçta bulunmayan yeni bir örüntü geldiğinde onun için yeni bir dal oluşturularak ağacın

oluşturulması devam etmektedir. Şekil 3' te Fp-Growth algoritması gösterilmektedir.

```

Algoritma FPGrowth (VT, mindestek)
Boş liste tanımla: F[];
foreach Hareket  $H_i$  in VT do
  foreach Nesne  $n_j$  in  $H_i$  do
     $F[n_j]++$ ;
  end
end
foreach Nesne  $n$  in F do
  if  $F[n] < mindestek$  then
     $n$  nesnesini F listesinden sil
  end
end
Sırala F[];
FPtree ağaç yapısının kök düğümünü tanımla: kök;
foreach Hareket  $H_i$  in VT do
   $H_i$  kaydını F listesine göre sırala;
  AğacaEkle( $H_i$ , kök);
end
foreach nesne  $n_i$  in N do
  Growth(kök,  $n_i$ , mindestek);
end
End

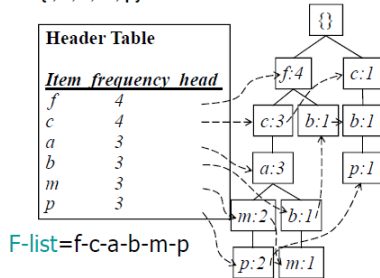
```

Şekil 3.Fp-Growth Algoritması[17]

Örnek bir veri setine Fp-Growth algoritmasının uygulanması ve Fp-Growth ağaç yapısının oluşturulması adımları şekil 4 ' te gösterilmektedir.

TID	Items bought	(ordered) frequent items
100	{f, a, c, d, g, i, m, p}	{f, c, a, m, p}
200	{a, b, c, f, l, m, o}	{f, c, a, b, m}
300	{b, f, h, j, o, w}	{f, b}
400	{b, c, k, s, p}	{c, b, p}
500	{a, f, c, e, l, p, m, n}	{f, c, a, m, p}

$min_support = 3$



Şekil 4.Fp-Tree Ağacı oluşturulması[12].

Fp-Growth algoritmasının çoğunlukla avantajları olmasına karşın Bir veri setinde bulunan verilerin tamamının veya büyük bir çoğunluğunun benzersiz olması oluşturulacak ağaç yapısının büyük olmasını ve Fp-Growth algoritmasının temel prensibi olan veri sıkıştırma mantığının dışına çıkılması gibi bazı dezavantajları da mevcuttur.

V.BIG DATA ÜZERİNDE FP-GROWTH ALGORİTMASI UYGULAMALARI

Fp-Growth algoritması veri madenciliğinde ilişkisel kuralların çıkarılmasında kullanılan en yaygın algoritmalarından birisidir. Özellikle veri miktarı arttıkça apriori gibi benzeri ilişkisel kural çıkarma algoritmalarından performans olarak daha iyi sonuçlar üretmektedir. Günlük hayat içerisinde sosyal platformlarda veya deneysel uygulamalar sonucu üretilen veri boyutlarında sürekli bir artış gerçekleşmektedir. Veri boyutunun artışı beraberinde analiz edilme ve kurallar çıkarımında zorluklar getirmektedir. Big data kavramı bu noktada ortaya çıkmaktadır. Geleneksel yöntemler büyük veri yığınlarına uygulandıklarında gerek sistem gereksinimleri gerekse zaman performansı açısından problemler oluşturmaktadır. Bu problemlerin çözümüne yönelik çeşitli platformlar ve algoritmalar geliştirilmekle beraber var olan algoritmalar güncellenerek veya belirli eklentiler yapılarak büyük veriler üzerinde uygulanmaktadır. Bu çalışma da Fp-Growth algoritmasının büyük veriler üzerinde ve big data platformları ile birlikte kullanıldığı bazı uygulamalar hakkında bir analiz yapılmaktadır.

Fp-Growth algoritması ilk gelişiminden itibaren diğer algoritmalarla göre yüksek performans göstermiştir. Fakat veri miktarı arttıkça hem hafıza hem de hesaplama maliyetleri problem oluşturmaya devam etmiştir[13]. Li,H. Ve arkadaşları Fp-Growth algoritmasını dağıtık mimariler üzerinde paralel olarak çalıştırmayı önermiştir. Bu çalışma bağımsız makineler arasında hesaplama bağımlılığını ortadan kaldırarak hesaplama maliyetini büyük oranda düşürmüştür. Google MapReduce alt yapısı kullanılarak değişik sayılarda makine kullanılarak zaman performansının bağımsız makine sayısı arttıkça büyük oranda arttığını gözlemlemiştir[13]. Benzer şekilde, Apriori ve Fp-Tree ağaçları kullanılarak APFT adını verdikleri bir algoritma önerilmiş ve bu algoritmanın Fp-Growth algoritmasına çok yakın performans değerleri verdiği görülmüştür[14].

Narvekar,M ve Syed,S.F. Yapmış oldukları çalışmada Fp-Growth algoritmasının optimize edilmiş yeni bir şeklini sunmaktadırlar. Bu çalışmada Fp-Growth algoritmasında oluşturulan Fp-Tree ağacını ortadan kaldırmak amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda veri tabanı sadece bir kez taranmakta ve fp-Tree ağacı oluşturulmadan ilişki kuralları elde edilmektedir. Böylelikle zaman performansından büyük kazanç elde edilmektedir[15].Yine farklı bir çalışmada Bechini,A. Ve arkadaşları Büyük veri kümeleri üzerinde sınıflandırma işleminde Fp-Growth algoritmasını kullanmışlardır. Fakat veri miktarı büyük olduğu için zaman ve hafıza sınırlamalarından dolayı bazı problemlerle karşılaştıklarını görmüşlerdir. Bu probleme çözüm getirmek amacı ile Hadoop teknolojisi üzerinde MapReduce programlama modelini kullanarak Fp-Growth algoritmasını dağıtık makineler üzerinde çalıştırmış ve performans açısından çok daha iyi sonuçlar gözlemlemiştir[16].

VI. SONUÇLAR

Bu çalışmada da görüldüğü üzere, gelecekte olacak olayların tahmini için geçmişte elde edilen verilerden faydalanılmaktadır. Elde olan verilerden gelecekle ilgili doğru tahminlerde bulunabilmek için çoğunlukla ilişkisel veri madenciliği yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden en yaygın kullanılan yöntemler apriori ve FP-Growth algoritmalarıdır. Günümüzde veri miktarı çok hızlı bir şekilde artmaktadır. Büyük miktardaki verileri hızlı bir şekilde analiz etmek için çoğunlukla Fp-Growth algoritmasının yeni nesil veri işleme platformları olan Google File System ve Hadoop File Sistem kullanılmaktadır. Bu sistemler üzerinde MapReduce dağıtık veri işleme yapısı kullanılarak büyük veriler hızlı bir şekilde işlenerek analiz edilebilmektedir.

REFERANSLAR

- [1] Erpolat, S., Comparison of Apriori and FP-Growth Algorithms on Determination of Association Rules in Authorized Automobile Service Centres, Anadolu University Journal of Social Sciences, pp. 136-146.
- [2] Mitra, S., Bande, S., Kudale, A. J., Kulkarni, A., A. Deshpande, L., Efficient FP Growth using Hadoop-(Improved Parallel FP-Growth, IJSTP Vol. 4, Issue 7, July 2014
- [3] Savaş, S., Topaloğlu, Ö., Topaloğlu, M., Veri Madenciliği Ve Türkiye'deki Uygulama Örnekleri, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 21, 2011, pp. 1-23.
- [4] Tüzüntürk, S., Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt XXIX, Sayı 1, 2010, s. 65-90.
- [5] Seyrek, İ.H., Ata, H.A., Veri Zarflama Analizi ve Veri Madenciliği ile Mevduat Bankalarında Etkinlik Ölçümü, <http://www.bddk.gov.tr/>
- [6] Kalikov, A., Veri Madenciliği ve Bir E-ticaret Uygulaması, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Y. Lisans, Ankara, 2006
- [7] Albayrak, A.S., Koltan Yılmaz, Ş., Veri Madenciliği : Karar Ağacı Algoritmaları Ve İMKB Verileri Üzerine Bir Uygulama, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi Y.2009, C.14, S.1 s.31-52.
- [8] Hallaç, İ.R., Büyük Veri Analizinde Dağıtık Makine Öğrenmesi Algoritmalarının Kullanılması, Fırat Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Y. Lisans, 2014
- [9] Khalilov, M., Gündebahar, M., Bankacılıkta Büyük Veri Uygulamaları: Bir İnceleme, Kuveyt Türk Katılım Bankası, Ar-Ge Merkezi, İstanbul
- [10] Barske-Erdoğan, A., Big Data White Paper, 2013
- [11] Pawar, D., A Seminar On The Comparative Study of Apriori and FP-Growth algorithm for Association Rule Mining
- [12] Gündüz Ögdücü, Ş., Veri Madenciliği İlişkilendirme Kuralları
- [13] Li, H., Wang, Y., Zhang, D., Zhang, M., Chang, E., PFP: Parallel FP-Growth for Query Recommendation
- [14] Lan, Q., Zhang, D., Wu, B., A New Algorithm For Frequent Itemsets Mining Based On Apriori And FP-Tree, Department of Computer Science, Xiamen University, Xiamen 361005, China
- [15] Narvekari, M., Syed, S.F An optimized algorithm for association rule mining using FP tree, International Conference on Advanced Computing Technologies and Applications (ICACTA-2015), pp.101-110, 2015
- [16] Bechini, A., Marcelloni, F. and Segatori, A., A MapReduce solution for associative classification of big data, Information Sciences), pp.33-55, 2016
- [17] Gündüz, D., Fp-Growth Algoritması, <http://deryagunduz.com/?tag=fp-tree>, 2015

Hermite Dönüşümü Kullanarak Doku Bölütleme

Texture Segmentation using Hermite Transform

Yaman AKBULUT

Enformatik Bölümü

Fırat Üniversitesi

Elazığ, Türkiye

yamanakbulut@firat.edu.tr

Abdulkadir ŞENGÜR

Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü

Teknoloji Fakültesi, Fırat Üniversitesi

Elazığ, Türkiye

ksengur@firat.edu.tr

Özetçe—Bu çalışmada, gri seviye imgeler için iki boyutlu Hermite dönüşümü kullanan bir doku bölütleme yöntemi önerilmiştir. İlk olarak Hermite filtreleri oluşturulmuştur. Sonra ayırt edici özelliği bulunmayan filtreler elenmiş ve kalan filtreler giriş imgesine uygulanmıştır. Filtrelenmiş imgelerden öznelik çıkarma işlemi yapılmıştır. Böylece önceki işlemde bir öznelik imgesi elde edilmiştir. Elde edilen öznelik imgesi kenar korumalı yumuşatma filtresinden geçirilmiştir. Son olarak, bölütleme işlemi bulanık c-ortalama kümeleme algoritması ile gerçekleştirilmiştir. Yöntemin başarımı farklı dokulara sahip gri seviye imgeler bölütlenerek değerlendirilmiştir ve umut verici sonuçlara ulaşılmıştır. Hermite fonksiyonunun doku bilgisini ortaya çıkarmada oldukça başarılı olduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler—Hermite dönüşümü, imge bölütleme, doku bölütleme

Abstract—In this study, a texture segmentation method is proposed which uses two-dimensional Hermite transform for gray level images. First, the Hermite filters are constructed. Then filters which have less discrimination characteristics are eliminated and the remained filters are applied to the input image. Feature extraction process is done from filtered images. Thus a feature image is obtained from the previous process. The obtained feature image is filtered by an edge preserving smoothing filter. Finally, the segmentation procedure is handled by using the fuzzy c-means clustering algorithm. Performance of the method is evaluated with gray level images which have different textures and promising results have been achieved. To reveal the texture information of the Hermite function was observed to be highly successful.

Index Terms—Hermite transform, image segmentation, texture segmentation

I. Giriş

Bir imgeyi farklı dokusal alanlara doğru biçimde ayrıştırma işlemine doku bölütleme denir. Diğer bir deyişle, bir imgedeki değişik dokular arasındaki sınırları doğru biçimde çizdirme problemi olarak tanımlanabilir [1]. İmgelerin kendi dokularıyla tanımlanması pek çok uygulamada önemli bir yere sahiptir. Büyük veri tabanlarında imgelerin taranmasında, bulunmasında ve ortaya çıkarılmasında doku gibi ilgili içeriğe dayanan yöntemler giderek artmaktadır. Teşhis için tıbbi imgelerin taranması [2], endüstriyel ortamlarda belirli bir sürecin kalitesinin sınıflandırılması [3], makalelere dizin oluşturulması [4] ve doku bölütleme [19] örnek verilebilir.

Doku analizi için gri-seviye eş-oluşum matrisi [5], Markov rastgele alan modelleri [6], yerel ikili örüntüler [7] ve Gabor filtreleri [8] ve farklı dalgacık türlerini de [9, 10] içeren filtre tabanlı yöntemler gibi birçok teknik ortaya çıkmıştır. Gabor fonksiyonları memeli görsel sistemlerinin basit hücrelerinin alıcı alan profillerini modelleme yeteneğine sahip olması nedeniyle Gabor filtreleme tabanlı teknik yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Diğer bir neden ise hem uzay hem de frekans alanında en uygun ortak çözünürlüğe sahip olmalarıdır [11].

Kartezyen Hermite dönüşümü, bir imgeyi Gauss penceresine göre ortogonal (birbirine dik) polinomlara genişleten yerel bir ayrıştırma tekniğidir [12]. Diğer dalgacık tabanlı yöntemlere göre Hermite dönüşümü kullanmanın avantajlarından biri kendi analiz fonksiyonlarının Gauss türevlerine benzer olmasıdır. Psikogörsel kanıtlar, Gauss türevlerinin memeli görsel sistemlerinin alıcı alan profillerine uygun olduğu fikrini desteklemektedir [13].

Önceki çalışmalar, Gabor benzeri bir Hermite modeli önermiştir [14]. Hermite dönüşümü, sabit sayıda yönelime ayarlanmış Hermite analiz filtreleri kullanarak gürültü azaltma ve dizin oluşturma deneylerinde test edilmiştir [4, 15]. Doku özneliklerini çıkarmak için filtre tabanlı yöntemler kullanırken önemli bir konu da filtre bankası parametrelerinin tasarımıdır. Ortak yöntemler, temel filtrelerin ortogonallığına çok önem veren uzamsal frekans kapsamaya dayalı en uygun filtre bankası tasarımı bulmuştur [16]. Ortogonallık dalgacık teorisinde gereklidir ve bunun dikkate alınmasının iki ana nedeni vardır: biri ayrışımın yeniden inşasını mükemmel bir şekilde yapmak [17] ve diğeri de en az çakışmaya sahip olmasıdır bu da daha az gereksiz bilgi ve daha iyi ayrıştırma oranı sağlamaktadır [18].

Bu çalışmada, filtre tabanlı doku bölütleme için bir yöntem önerilmiştir. Yöntemde gri seviye imgelere Hermite dönüşümü uygulandıktan sonra bulanık c-ortalama kümeleme algoritması ise bölütleme yapılmıştır.

Çalışmanın geri kalanı şu şekilde organize edilmiştir: Bölüm 2’de Hermite dönüşümü özet olarak sunulmuştur. Doku bölütleme için önerilen yöntem Bölüm 3’te detaylı olarak anlatılmıştır. Deneysel çalışmalar ve sonuçlarına dair değerlendirme Bölüm 4’te yapılmıştır. Son bölümde de çalışmanın sonuçları ortaya konulmuştur.

II. HERMITE DÖNÜŞÜMÜ

Hermite dönüşümü, bir imgenin temel Hermite fonksiyonlarının doğrusal birleşimi olarak gösterilebileceğini öngörmektedir [12]. Ayrık temel dikgen kümeler halinde düzenlenmiş olan bu fonksiyonlar uzayda uzamsal frekanslara yerleştirilmiştir. Sürekli Hermite fonksiyonları, Hermite polinomları ile Gauss fonksiyonunun çarpımı ile elde edilir.

$$L_n(x_0) = \int_x L(x) G_n(x_0 - x) V_n^2(x_0 - x) dx \quad (1)$$

Böylece, geliştirilmiş Hermite polinomları, Rodrigues denklemini ile elde edilir [20];

$$H_n(x) = (-1)^n e^{x^2} \frac{d^n}{dx^n} e^{-x^2}, \quad n = 0, 1, 2, \dots \quad (2)$$

burada n dereceyi gösterir ve aşağıda iki adet Hermite polinomu gösterilmiştir. Örneğin sıfırıncı dereceden Hermite polinomu 1 ve birinci dereceden Hermite polinomu ise $2x$ 'dir.

$$H_0(x) = 1 \quad (3)$$

$$H_1(x) = 2x \quad (4)$$

Ortogonal pencere bir Gauss pencereye karşılık gelir:

$$V(x) = \frac{1}{\sqrt{\pi}\sigma} e^{-x^2/\sigma^2} \quad (5)$$

Denklem (1)'den, açılımın katsayıları $L_n(x)$ Hermite analiz fonksiyonu $d_n(x)$ ile giriş sinyali $L(x)$ 'in konvolüsyonu ile elde edilebilir. Bunlar pencere ve Hermite polinomları olarak tarif edilmektedir:

$$d_n(x) = \frac{(-1)^n}{\sqrt{2^n n!}} \cdot \frac{1}{\sigma\sqrt{\pi}} H_n\left(\frac{x}{\sigma}\right) e^{-x^2/\sigma^2} \quad (6)$$

Hermite analiz fonksiyonları hem uzamsal olarak hem de yönelim olarak simetrik olduğundan iki boyuta kolayca genellenebilir. İki boyutlu analiz fonksiyonu şu şekilde yazılabilir:

$$d_{n-m,m}(x, y) = d_{n-m}(x) d_m(y) \quad (7)$$

burada $n - m$ ve m sırasıyla x ve y yönünde analiz derecesini belirtmektedir. Sonuç olarak verilen bir giriş imgesi $L(x, y)$

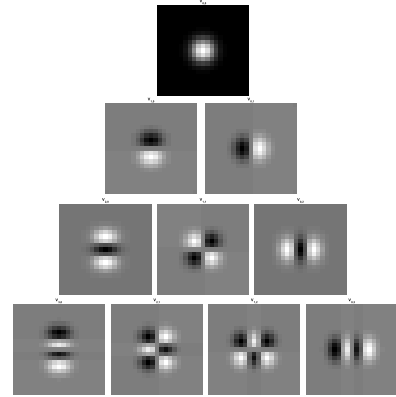
denklem (7)'deki iki boyutlu analiz fonksiyonuna göre $n = 0, 1, \dots, \infty$ ve $m = 0, \dots, n$ için genişletilebilir:

$$L_{n-m,m}(x_0, y_0) = \int_x \int_y L(x, y) \cdot d_{n-m,m}(x_0 - x, y_0 - y) dx dy \quad (8)$$

III. ÖNERİLEN YÖNTEM

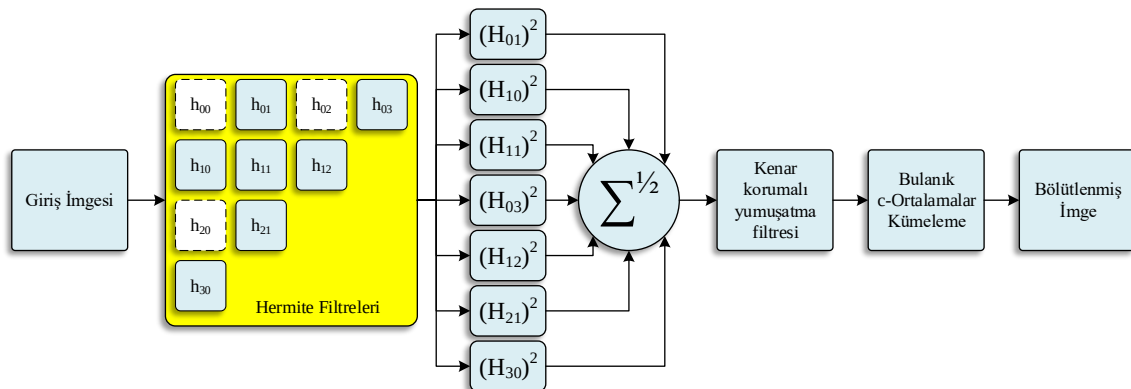
Önerilen yöntemin blok diyagramı Şekil 1'de verilmiştir. Şekilde de görüleceği üzere, yöntem 4 ana bölümden oluşmaktadır. Bunlar sırası ile Hermite filtreleme, öznelilik çıkarma, öznelilik filtreleme ve kümeleme işlemleridir.

Yöntem öncelikle giriş imgesine Şekil 2'de gösterilen Hermite filtrelerini uygulamaktadır. Bu filtreler bazıları (h_{00} , h_{02} ve h_{20}) fazla ayırt edici bir öznelilik çıkarmadığı için elimine edilmiştir. Geriye kalan bütün filtreler giriş imgesine uygulanarak toplam 7 adet filtrelenmiş imge elde edilmektedir.

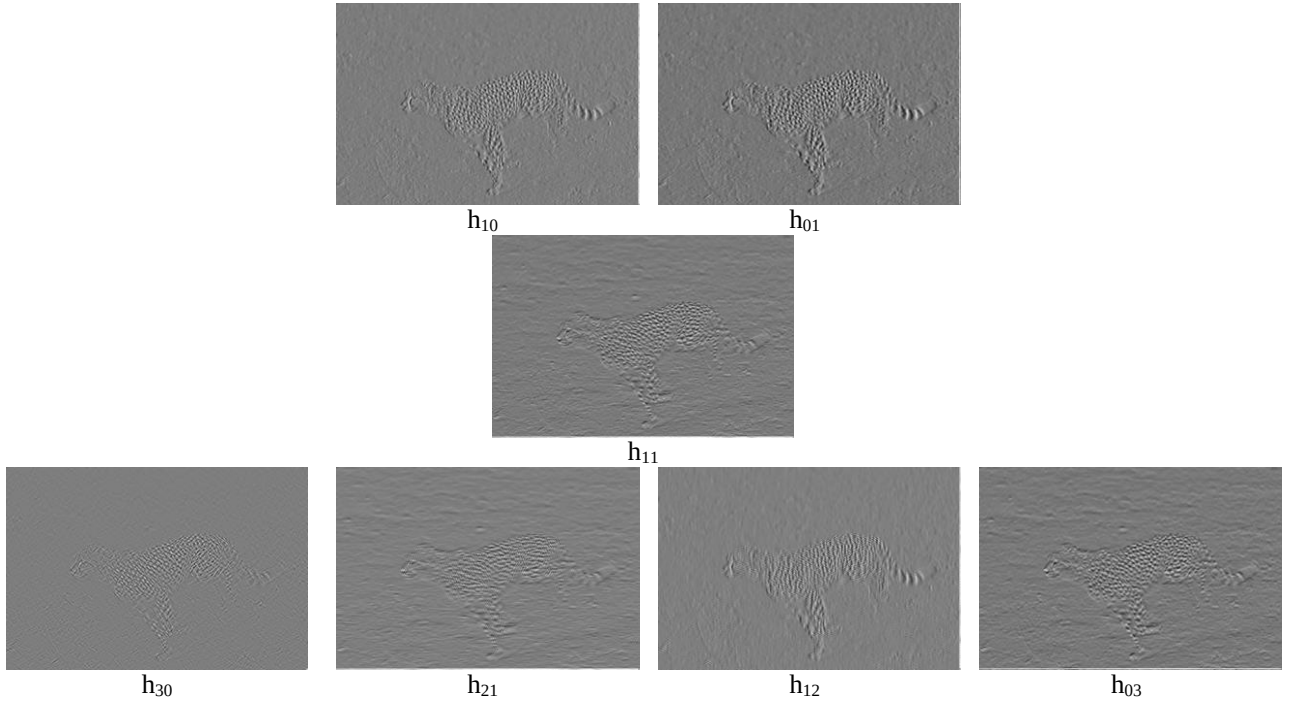


Şekil 2. Hermite Filtreleri

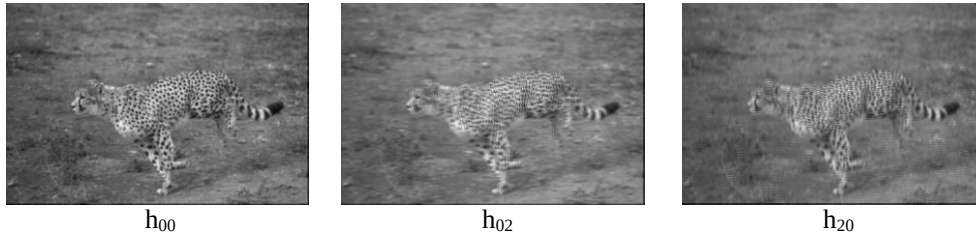
İkinci bölüm öznelilik çıkarımını amaçlar. Bu maksatla filtrelenmiş imgelerin karelerinin toplamının karekökü hesaplanır. Bu, diğer bir ifade ile aynı piksel değerinin farklı filtreler verdiğini cevabın genliği (magnitute) olarak da gösterilebilir. Şekil 3'te Çita imgesi giriş olarak kullanıldığında, elde edilen filtre cevapları sırası ile verilmiştir. Bu filtre cevaplarından Hermite fonksiyonunun doku bilgisini açığa çıkarmada bir hayli başarılı olduğu görülmüştür.



Şekil 1. Önerilen yöntemin blok diyagramı



Şekil 3. Çita imgesi için Hermite filtre cevapları



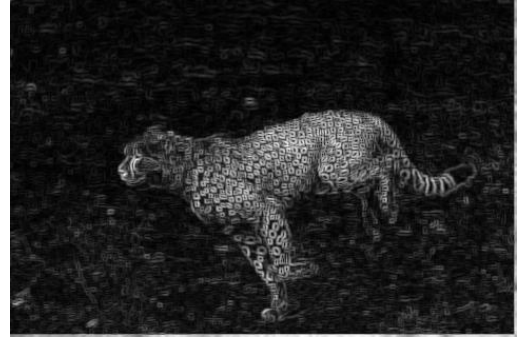
Şekil 4. Çita imgesi için kullanılmayan Hermite filtre cevapları

Ayrıca kullanılmayan filtre cevapları da Şekil 4'te verilmiştir. Bu cevaplardan da görüleceği gibi, bu filtreler gri seviyeye yakın bir cevap üretmişlerdir. Diğer bir deyişle, h_{00} zaten bir Gauss filtre olduğu için, bu filtrenin cevabının sadece gri seviye bir imge olması sürpriz değildir. Benzer şekilde h_{02} ve h_{20} filtreleri de bulanık gri seviye bir cevap üretmektedir.

Kullanılan filtre cevaplarından öznetelik çıkarmak için basit fakat etkili bir yöntem kullanıldı. Filtre cevaplarının karesinin toplamının karekökü hesaplanarak 7 adet filtre cevabı 2 boyutlu öznetelik imgesine dönüştürülmüştür. Bu durum aşağıdaki denklem ile de ifade edilebilir;

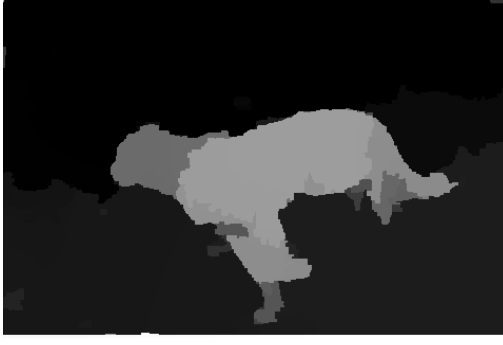
$$\text{Öznetelik}_{\text{imgesi}} = \sqrt{H_{01}^2 + H_{10}^2 + H_{11}^2 + H_{30}^2 + H_{21}^2 + H_{12}^2 + H_{03}^2} \quad (9)$$

Çita imgesi için elde edilen öznetelik imgesi, Şekil 5'te verilmiştir. Bu imgede çıkarılan özneteliklerin dokulu bölgelerde yüksek genlikli olduğu, doku olmayan bölgelerde ise düşük genlikli olduğu görülmektedir.



Şekil 5. Elde edilen öznetelik imgesi

Elde edilen öznetelik imgesi daha sonra kenar korumalı yumuşatma filtresine tabi tutulmaktadır. Burada kullanılan filtre ağırlıklandırılmış en küçük kareler yöntemi tabanlıdır [21]. Yöntem ile ilgili daha detaylı bilgi için ilgili kaynağa başvurunuz. Şekil 6'da kenar korumalı yumuşatma filtresinin çıkışı verilmiştir.



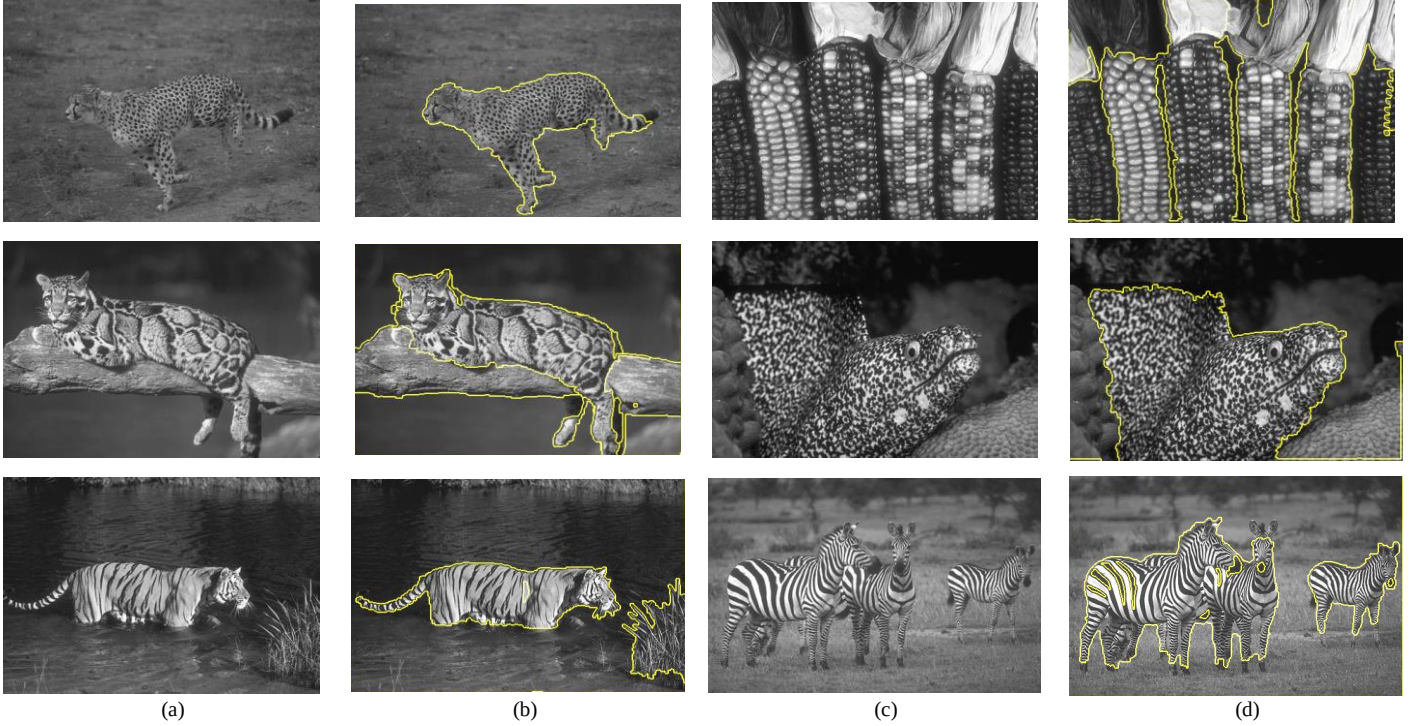
Şekil 6. Kenar korumalı yumuşatma filtresi uygulandıktan sonra elde edilen imge

Son filtrelemeden sonra elde edilen imge, bölütleme için bulanık c-ortalamlar kümeleme yönteminin girişine verilmiştir. Bulanık c-ortalamlar yöntemi, imgedeki her bir piksel değerine bağlı olarak bir üyelik derecesi atamakta ve daha sonra iteratif bir şekilde piksel kümeleme ile nihai bölütlemeyi tamamlamaktadır. Kümelenen bölüt sayısı manuel olarak verilmektedir.

IV. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu bölümde önerilen yöntemin bölütleme başarımını test etmek için Berkeley veri setinde bulunan ve özellikle doku içeren bazı imgeler kullanılmıştır [22]. Kenar korumalı yumuşatma filtresi için gerekli olan alfa ve lamda değerleri sırası ile 0.2 ve 2'dir. Ayrıca bulanık c-ortalamların ilgili parametreleri varsayılan olarak ayarlanmış sadece küme sayısı imgeden imgeye değiştirilerek manuel olarak girilmiştir. Bu değerler deneysel çalışmalar sırasında yapılan ayarlamalar ile elde edilmiştir. Bu imgeler ve elde edilen bölütleme sonuçları Şekil 7'de görülebilir.

Şekil 7'nin birinci ile üçüncü kolonunda gri seviye giriş imgeleri ve ikinci ile dördüncü kolonunda ise bölütleme sonuçları verilmiştir. Bölütler sarı kenarlar ile işaretlenmiştir. Elde edilen sonuçlar görsel olarak değerlendirildiğinde önerilen yöntemim başarılı bölütler oluşturduğu söylenebilir. Özellikle, ön plan nesnelerinin arka plandan ayırt edilmesi oldukça başarılıdır. Çita, Kedi, Kaplan ve Kaya Balığı imgelerinde hayvanların bütünü arka plandan bölütlenmiştir. Zebra lar imgesinde ise bir zebanın sadece kulağı ve ayaklar yanlış bölütlenmiştir. Benzer başarılı sonuçlar Mısırlar imgesinde de görülebilir.



Şekil 7. Bölütleme sonuçları (a) (c) Giriş imgesi, (b) (d) Bölütleme sonucu

V. SONUÇLAR

Bu çalışmada, Hermite dönüşümü tabanlı gri seviye dokulu imgelerin bölütlenmesi için bir yöntem önerilmiştir. Yöntem oldukça basit ve etkilidir. Yöntemin başarım değerlendirilmesi için farklı dokulu gri seviye imgeler kullanılmıştır ve ilgili sonuçlar umut vericidir. Yöntemin önemli bir dezavantajı bölüt

sayısının manuel girilmesidir. Bu parametrenin otomatikleştirilmesi ve ayrıca çalışmanın renkli dokulu görüntülere de uygulanabilmesi ileri ki çalışmalarda gerçekleştirilmesi planlanmaktadır. Ayrıca elde edilen sonuçların nicel olarak değerlendirilmesi yine ileri ki çalışma konuları arasındadır.

KAYNAKLAR

- [1] Dunn, D., & Higgins, W. E. (1995). Optimal Gabor filters for texture segmentation. *IEEE Transactions on image processing*, 4(7), 947-964.
- [2] Quéllec, G., Lamard, M., Cazuguel, G., Cochener, B., & Roux, C. (2010). Wavelet optimization for content-based image retrieval in medical databases. *Medical image analysis*, 14(2), 227-241.
- [3] Bianconi, F., & Fernández, A. (2007). Evaluation of the effects of Gabor filter parameters on texture classification. *Pattern Recognition*, 40(12), 3325-3335.
- [4] Bres, S., Eglin, V., & Rivero, C. (2005, August). Handwriting documents denoising and indexing using hermite transform. In *International Conference on Pattern Recognition and Image Analysis* (pp. 664-673). Springer Berlin Heidelberg.
- [5] Haralick, R. M. (1979). Statistical and structural approaches to texture. *Proceedings of the IEEE*, 67(5), 786-804.
- [6] Cross, G. R., & Jain, A. K. (1983). Markov random field texture models. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, (1), 25-39.
- [7] Ojala, T., Pietikainen, M., & Maenpää, T. (2002). Multiresolution gray-scale and rotation invariant texture classification with local binary patterns. *IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 24(7), 971-987.
- [8] Bovik, A. C., Clark, M., & Geisler, W. S. (1990). Multichannel texture analysis using localized spatial filters. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 12(1), 55-73.
- [9] Pun, C. M., & Lee, M. C. (2003). Log-polar wavelet energy signatures for rotation and scale invariant texture classification. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 25(5), 590-603.
- [10] Manthalkar, R., Biswas, P. K., & Chatterji, B. N. (2003). Rotation and scale invariant texture features using discrete wavelet packet transform. *Pattern Recognition Letters*, 24(14), 2455-2462.
- [11] Daugman, J. G. (1985). Uncertainty relation for resolution in space, spatial frequency, and orientation optimized by two-dimensional visual cortical filters. *JOSA A*, 2(7), 1160-1169.
- [12] Martens, J. B. (1990). The Hermite transform-theory. *IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing*, 38(9), 1595-1606.
- [13] Young, R. A. (1978, April). Orthogonal basis functions for form vision derived from eigenvector analysis. In *ARVO Abstracts* (p. 22).
- [14] Rivero-Moreno, C. J., & Bres, S. (2003, August). Conditions of similarity between Hermite and Gabor filters as models of the human visual system. In *International Conference on Computer Analysis of Images and Patterns* (pp. 762-769). Springer Berlin Heidelberg.
- [15] Eglin, V., Bres, S., & Rivero, C. (2007). Hermite and Gabor transforms for noise reduction and handwriting classification in ancient manuscripts. *International Journal of Document Analysis and Recognition (IJDAR)*, 9(2-4), 101-122.
- [16] Haley, G. M., & Manjunath, B. S. (1999). Rotation-invariant texture classification using a complete space-frequency model. *IEEE transactions on Image Processing*, 8(2), 255-269.
- [17] Lee, T. S. (1996). Image representation using 2D Gabor wavelets. *IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 18(10), 959-971.
- [18] Manjunath, B. S., & Ma, W. Y. (1996). Texture features for browsing and retrieval of image data. *IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 18(8), 837-842.
- [19] Sengur, A. (2009). Color texture classification using wavelet transform and neural network ensembles. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 34(2), 491.
- [20] De Abreu, G. T. F., Mitchell, C. J., & Kohno, R. (2005). Jitter-robust orthogonal Hermite pulses for ultra-wideband impulse radio communications. *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*, 2005(3), 1-13.
- [21] Farbman, Z., Fattal, R., Lischinski, D., & Szeliski, R. (2008, August). Edge-preserving decompositions for multi-scale tone and detail manipulation. In *ACM Transactions on Graphics (TOG)* (Vol. 27, No. 3, p. 67). ACM.
- [22] Fowlkes, C., Martin, D., & Malik, J. (2012). The Berkeley segmentation dataset and benchmark (bsd50). url: <http://www.cs.berkeley.edu/projects/vision/grouping/segbench>.

15 Temmuz Şehitler Köprüsü Kapsamında Hava Yol Durum Bilgileri Kullanılarak Trafik Kazalarının Nedenlerine Yönelik Birliktelik Çıkarımı

Cengiz HARK
Adilcevaz MYO
Bitlis Eren Üniversitesi
Bitlis, Türkiye
chark@beu.edu.tr

Taner UÇKAN
Başkale MYO
100.Yıl Üniversitesi
VAN, Türkiye
taneruckan@yvu.edu.tr

Prof. Dr. Ali KARCI
Bilgisayar Mühendisliği
İnönü Üniversitesi
Malatya, Türkiye
ali.karci@inonu.edu.tr

Özetçe— Bu çalışmada 15 Temmuz Şehitler Köprüsü örnekleminde, hava ve yol durumu gibi birtakım dış etmenlerin, can ve mal kayıpları ile neticelenen trafik kazaları üzerindeki etkisi birliktelik kuralları denenerek incelenmiştir. Belirli yöntemlerle sözü edilen etmenlerin etkili olup olmadığı veya etkili ise bu etkinin boyutunun belirlenmesi noktasında bazı çıkarımların yapılması hedeflenmiştir. Çalışmada bağımsız değişkenler arasındaki ilişki belirlenmeye çalışılmıştır. Ortaya konulan çalışmada Aselsan tarafından üretilen Hava/Yol Durumu Algılayıcısı (HAYDA) sistemine ait veriler üzerinde çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler—15 Temmuz Şehitler Köprüsü, veri madenciliği, birliktelik kuralları, apriori algoritması.

Abstract— In this study, in particle of example 15 Temmuz Şehitler Bridge weather and highway conditions on traffic accident with life property, examined due to unity rules. Purpose of study with specific methods, effectiveness of these conditions, and their magnitude of effects have been investigated in the study, dependency between independent variables tried to be determined. Datas requires from weather and rod conditions detect system (HAYDA) by Aselsan

Index Terms—15 Temmuz Şehitler Bridge, data mining, association rules, apriori algorithm.

I. GİRİŞ

Bilgi teknolojilerinin ilerlemesi ile veri; dosya, belge, görüntü, ses, video, bilimsel veri gibi birçok yeni ve farklı biçimlerde depolanabilir. Büyük veri depolarından farklı uygulamalarla edinilen veriler ayklanırken doğru yöntemlerin kullanılması gerekir. Veri tabanlarından bilgi keşfi (VTBK), genellikle veri madenciliği olarak adlandırılan, büyük veri koleksiyonlarından yararlı bilgi keşfini hedeflemektedir. Veri madenciliğinin temel işlevi depolanan verilere çeşitli yöntem ve algoritmaları uygulayarak örüntü elde etmektir. Veri madenciliği ve bilgi keşfi uygulamalarında karar vermede birçok odak noktası vardır. Veri madenciliği teknikleri; istatistik, veri tabanları, makine öğrenmesi, örüntü düzenleme ve yapay zekâ vb. gibi alanlarda uygulanabilmektedir [1].

Çok büyük boyutlarda işlenmemiş dijital veri ile kuşatılmış durumdayız ancak bu veriler içersinden tam ve kesin olan bilgiye ulaşılacak istenmektedir. Veri madenciliği karar verme aşamasında kullanışlı ve faydalı olabilecek bilgileri içeren büyük veri tabanlarından bilinmeyen ilişkileri ve gizli birliktelikleri açığa çıkaran bir tekniktir. Birliktelik kuralları ise tekrar eden alanlar arasındaki ilginç ilişkileri ve bu ilişkilerin tekrar oranlarını bulmak gibi daha özelleşmiş önemli işlevleri içerir [2]. Big Data ise daha büyük boyutlardaki yapısal olmayan veri yığınları (akıllı telefon uygulamaları ve sosyal ağ uygulamaları vb.) için geliştirilmiştir. Özellikle son zamanlarda yüksek hesaplama gücü, boyutları tera/peta byte lara ulaşan veriler üzerinde veri madenciliği teknikleri ile yeni bilgilere ulaşma noktasında büyük önem kazanmaktadır [3].

Bu çalışmada 15 Temmuz Şehitler Köprüsü kapsamında hava, yol durumu gibi farklı değişkenlere dayalı olarak meydana gelen kaza sayısı değerlerinin nasıl etkilendiğini irdelenmesi açısından önemlidir. Örneklem içersinde kaza sayılarını içeren değişkenlerin birbirinden farklı, bağımsız dış etmenlerin oluşturduğu başka değişkenlerle olan olası ilişkileri birliktelik kuralları ile tespit edilmiştir.

II. VERİ TABANLARINDAN BİLGİ KEŞİF SÜRECİ

Veri tabanlarında bilgi keşfi, veriden anlamlı ve faydalı bilginin elde edildiği süreç olarak tanımlanmaktadır. Bu anlamda veri madenciliği, sözü edilen bu sürecin sadece bir bölümünü oluşturmaktadır. Bilgi keşif sürecinde, büyük veri kümelerinde bulunan düşük seviyedeki veriden faydalanarak yüksek seviyede bilgi çıkarımı amaçlanmaktadır. VTBK, verinin nasıl saklanması gerektiği, büyük veri kümelerine algoritmaların nasıl uygulanması gerektiği, yapılan çıkarımların nasıl yorumlanacağı gibi soruların cevaplama aşamalarıdır [4].

VTBK sürecine daha detaylı bir bakış ile aşağıdaki aşamalardan söz edilebilir [5]:

1. Veri Önışlemleri: Veriler içindeki gürültülerin, tutarsızlıkların, düzensizliklerin ve eksikliklerin

giderildiği aşamadır. Bu işlemler veri temizleme olarak adlandırılır. Sonraki aşamada veri birleştirme işlemi uygulanır. Bu aşamada çeşitli kaynaklardan elde edilen verilerin genelleme ve uyumluluk işlemleri yapılarak tek bir veri ambarında toplanabilmesi sağlanır.

2. Veri Seçme ve Dönüştürme: Veri madenciliğinin sağlıklı yapılabilmesi amacı ile veriler üzerinde bazı ön işlemler yapılarak kullanılacak veri hazırlanır. Bu ön işlemler:

- Veri madenciliği konusu ile ilgili bilgi seçiminin yapılması,
- Veri madenciliği yapılacak veri türünün belirlenmesi,
- Veriler arasındaki hiyerarşik yapının ve genellemelerin belirlenmesi,
- Veri madenciliği yapıldıktan sonra elde edilecek bilginin yenilik ve ilginçlik ölçümü yöntemlerinin belirlenmesi,
- Veri madenciliği yapıldıktan sonra elde edilecek veri için sunum ve görselleştirme araçlarının belirlenmesi işlemleridir.

Yukarıda belirtilen bu işlemleri gerçekleştirebilmek için bir veri madenciliği sorgulama dili kullanılır.

3. Veri Madenciliği: Anlamli veri örüntülerini elde etmek için çeşitli algoritmaların kullanıldığı aşamadır.
4. Örüntü Değerlendirme: Veri madenciliği ile elde edilen verilerin ne denli ilginç ve faydalı olduğunun ilginçlik ölçüm yöntemleri ile ortaya konulması işlemidir.
5. Bilgi Sunumu: Çeşitli görselleştirme ve raporlaştırma araçlarından yararlanılarak elde edilmiş olan veriler ilgili kullanıcılara sunulur.

VTBK sürecinde aşamalar arası geçişler, tekrarlar, atlamalar ve ileri geri devinimler gerekli olabilir. Sözü ettiğimiz bu aşamaların VTBK işleminin genel bütünlüğü açısından büyük önem arz etmesine karşın, günümüzde genellikle veri madenciliği aşamasına odaklanılmaktadır [4].

III. BİRLİKTELİK KURALLARI

Eldeki verinin gün geçtikçe büyümesi veri tabanlarındaki birliktelik kurallarının ortaya çıkarılması ihtiyacını doğurur. Büyük miktardaki verilerden birliktelik kurallarını keşfetmek, karar almada işlemleri daha verimli ve etkili hale getirmektedir [6]. Ardışık zamanlı örüntüler birbiriyle ilişkisi olan ve birbirlerini izleyen dönemlerde gerçekleşen ilişkilerin tanımlanmasında kullanılmaktadır [7].

Birliktelik kuralları yöntemlerinin uygulanmasında dikkat edilmesi gereken iki husus bulunmaktadır. Bu hususların ilki, çok büyük boyutlardaki veri setinden örüntü çıkartılmasının bilgisayar kaynakları ve hesaplamalar açısından maliyetli ve zaman alıcı olmasıdır. İkinci husus ise, bulunan örüntülerden bazılarının tesadüfen bulunması ve gerçek dışı olması durumudur. Bu durumda bulunan örüntülerin ayrıca değerlendirilmesi gerekir. Birliktelik

kuralları işleminde çıkış olarak birçok kural üretildiği için buradaki amaç, öncül ve ardıl öge setleri arasındaki güçlü ilişkileri belirten kuralların tespit edilmesidir. Bir kural tarafından belirtilen bağıllığın gücünü ölçmek için destek (support), güven (confidence) ve yükseltme oranı (lift ratio) olarak isimlendirilen terimler kullanılmaktadır [8].

IV. APRIORI ALGORİTMASI

Apriori algoritması birliktelik kurallarına ulaşmak için kullanılan popüler bir algoritmadır. Apriori algoritması bir nitelik üzerinde tekrarlayan adımlardan oluşan bir algoritmadır [3]. Apriori algoritması veri seti içerisinde sık bulunan birbiri ile ilişkili kural kümelerini bulmak için kullanılan temel ve en fazla bilinen algoritmalarından biridir. Apriori algoritmasına göre k-öge kümesinin minimum destek değerini sağladığı durumda kümenin alt kümelerinin de minimum destek değerini sağladığından söz edilir [9].

A kuralının geçerli olması durumunda B kuralında geçerli olması durumu, yani birliktelik kuralı $A \rightarrow B$ biçiminde gösterilir. Bu durumda kural destek ölçütü aşağıdaki gibi ifade edilebilir;

$$\text{Destek}(A \rightarrow B) = \text{sayı}(A, B) / N$$

Burada $\text{sayı}(A, B)$ destek sayısı A ve B ürün kurallarının birlikte geçerli olma sayısını göstermektedir. N ise tüm kuralların sayısını göstermektedir.

A ve B kural gruplarının birlikte bulunması olasılığını ifade eden kural güven ölçütü;

$$\text{Güven}(A \rightarrow B) = \text{sayı}(A, B) / \text{sayı}(A)$$

şeklinde hesaplanır [10].

Elde edilecek olan birliktelik kuralları destek ve güven değerleri aracılığı ile hesaplanır. Kuralların önemli olabilmesi için sözü edilen iki değerinde mümkün olduğu kadar yüksek olması gerekmektedir [11].

Tablo 1. Apriori algoritmasında kullanılan değişkenler [9]

k-öge kümesi	k adet öge içeren öge kümesi.
Lk	sık geçen k-öge kümeleri setleri (bu kümeler minumum destek şartını sağlar). Bu setlerin her bir elemanının iki alanı vardır: i) öge kümesi ve ii) destek sayacı.
Ck	Aday k-öge kümeler. Bu setlerin her bir elemanının iki alanı vardır: i) öge kümesi ve ii) destek sayacı.

nümerik değerlere dönüşümü sağlanmıştır. Veri temizleme aşamasında sayısal verilere dönüştürülen kayıtlar incelenerek büyük oranda kayıp veri içeren kayıtların tespiti yapılmış ve sistem dışına çıkarılmıştır. Bu işlemi takiben veri bütünlüğünü bozmamaya gayret göstererek bazı eksik veriler tamamlanmıştır. Sözü edilen duruma, eksik verinin öncesi ve sonrasındaki değerlerin ortalamalarının alınarak eksikliğin giderilmesi durumu örnek verilebilir. Bu aşamada verinin tutarlılığını bozmamak büyük önem arz etmektedir.

Veri temizleme aşamasında sonra verilerin bilgi keşif sürecine tabi tutulabilmesi için basit sınıflandırmalara tabi tutulması gerekmektedir.

Tablo 2. Normalizasyon sonrası verilerin etiketlenmiş biçimi

Nitelik adı	
Yol Sıcaklık Değeri	{Dusuk, Normal, Yuksek}
Yagis	{Yok, Var}
Nem	{Dusuk, Normal, Yuksek}
Rüzgar Hızı	{Dusuk, Normal, Yuksek}
Hava Basinci	{Dusuk, Normal, Yuksek}
Hava Sıcaklığı	{Dusuk, Normal, Yuksek}
15Temmuz Kop.Kaza.Say.	{Dusuk, Normal, Yuksek}
Toplam Kaza Say.	{Dusuk, Normal, Yuksek}

Tablo 2’de verilerin birliktelik kurallarının aranabileceği uygun veri formatına dönüştürülmüş şekli görülmektedir. Veriler uygun formata dönüştürüldükten sonra oldukça önemli bir aşama olan uygun birliktelik kuralının belirlenmesi aşamasına geçilmiştir. Birliktelik Kuralı Çıkarım Algoritmalarından veri setimize en uygun olan Apriori algoritması seçilmiştir.

VI. BİRLİKTELİK ÇIKARIMI

Bu çalışmanın amacı, Karayolları 1.Bölge Müdürlüğü Ana Kontrol Merkezi Başmühendisliği’nden alınan veriler üzerinde birliktelik kurallarını uygulayarak 15 Temmuz Şehitler Köprüsü kapsamında yol sıcaklık değeri, hava basıncı, yağış miktarı, nem oranı, hava sıcaklık değeri, görüş mesafesi, rüzgar yönü, rüzgar hızı gibi bazı hava yol durum değerlerinin kaza sayısı üzerindeki etkisini ortaya koymaktır. Çalışmamızda kullandığımız kaza sayıları üzerinde maddi hasarlı yada ölümlü/yaralanmalı kaza diye ayırım yapılmamıştır. Kaza sayı değeri maddi hasarlı ve ölümlü/yaralanmalı kaza sayı değerlerinin toplamıdır.

- 15 Temmuz Şehitler Köprüsündeki Yol Sıcaklık Bilgilerini İçeren Birliktelik Kuralları

Birliktelik kuralı çıkarma yöntemlerinden olan Apriori algoritması kullanılarak yol sıcaklık değeri ile 15 Temmuz Şehitler Köprüsünde meydana gelen kaza sayılarının birliktelikleri, farklı güven değerleri denenerek elde edilmeye çalışılmıştır.

Tablo 3. Yol Sıcaklık Değerlerinin İçeren Bazı Birliktelik Kuralları

Kural	15Tem.Sehitler Kop.KazaSaym
YolSicakligi=Dusuk,Yagis=Yok Nem=Dusuk,RuzgarHizi=Yuksek	Yuksek
YolSicakligi=Dusuk,Nem=Dusuk RuzgarHizi=Yuksek HavaBasinci=Yuksek	Yuksek
YolSicakligi=Dusuk,Nem=Dusuk HavaBasinci=Yuksek HavaSicakligi=Dusuk	Yuksek
YolSicakligi=Yuksek Yagis=Yok Nem=Yuksek RuzgarHizi=Dusuk	Dusuk
YolSicakligi=Yuksek RuzgarHizi=Dusuk HavaBasinci=Dusuk HavaSicakligi=Yuksek	Dusuk

- 15 Temmuz Şehitler Köprüsündeki Yağış Miktarı Bilgilerini İçeren Birliktelik Kuralları

İçersinde yağış miktarı bilgisini içeren birliktelik kurallarına ulaşılabilmesi için farklı destek ve güven değerleri denenmiş ve bir çok birliktelik kuralı elde edilmiştir.

Tablo 4. Yağış Miktarı Değerlerinin İçeren Bazı Birliktelik Kuralları

Kural	15Tem.Sehitler Kop.KazaSaym mmmmm
Yagis=Var YolSicakligi=Dusuk,	Yuksek
Yagis=Yok, Nem=Yuksek	Dusuk
Yagis=Var YolSicakligi=Dusuk Nem=Yuksek	Yuksek
Yagis=Var YolSicakligi=Dusuk Nem=Yuksek RuzgarHizi=Dusuk	Yuksek
Yagis=Yok YolSicakligi=Yuksek HavaSicakligi=Yuksek	Dusuk

- 15 Temmuz Şehitler Köprüsündeki Nem Oranı Bilgilerini İçeren Birliktelik Kuralları

Nem oranını içeren birkaç birliktelik kuralına Tablo 5’te yer verilmiştir.

Tablo 5. Yol Sıcaklık Değerlerinin İçeren Bazı Birliktelik Kuralları

Kural	15Tem.SehitlerKop.KazaSaymmmmmm
YolSicakligi=Yuksek Nem=Yuksek	Yuksek
YolSicakligi=Yuksek Nem=Yuksek	Dusuk

HavaSicakligi=Yuksek	
Yagis=Yok Nem=Dusuk RuzgarHizi=Yuksek HavaSicakligi=Dusuk	Dusuk
Nem=Yuksek HavaBasinci=Dusuk HavaSicakligi=Yuksek	Dusuk
Yagis=Yok Nem=Yuksek RuzgarHizi=Dusuk HavaBasinci=Dusuk	Dusuk

VII.SONUÇ

Ülkemizde meydana gelen trafik kazalarının oluşumunda ölümlü ve yaralanmalı kazalardaki kusur oranlarında sürücü, yaya ve yolcu olarak insan faktörü % 99,10 gibi büyük bir oranla başı çekmektedir. Ölümlü ve yaralanmalı kazaların yalnızca % 0,9'u araç ve yol kusurlarından kaynaklanmaktadır [12].

İnsan kaynaklı kazaların bu denli büyük oranlarda meydana gelmesinde, sürücülerin ve yayaların iklim ve yol durumuna göre değişen şartlara uygun sürüş alışkanlığına sahip olmamaları büyük bir etkidir. Bu anlamda yapılan çalışmanın önemli olduğundan söz edilebilir.

Bu çalışmada 15 Temmuz Şehitler Köprüsü gibi belirli bir örnek dahilinde, 2014 yılına ait büyük çapta dijital veri üzerinde bilgi keşif süreci aşamaları uygulanmıştır. Kaza sayısı gibi önemli bir değişkenin dış çevre şartları ile olan birlikteliklerine ulaşılmaya çalışılmıştır.

Bilgi keşif süreçleri geride bırakılarak elde edilen ve ilgili çalışmamızda paylaşılan bütün birliktelik kuralları %80'in üzerinde güven (Confidence) değerine sahiptir. Bu durum elde edilen birliktelik kurallarının geçerliliğini ortaya koyması bakımından önemli olduğu düşünülmektedir.

15 Temmuz Şehitler Köprüsü kapsamında 2014 yılına ait hava/yol durum bilgilerini ve kaza sayılarını içeren birçok anlamlı birlikteliğe ulaşılması mümkün olmuştur. Çalışmamızda ulaşılan birliktelik kurallarından içerisinde 'Yol Sıcaklığı', 'Yağış Miktarı' ve 'Kaza Sayısı' değerlerini içeren anlamlı birliktelik kurallarına ulaşılması mümkün olmuştur.

Sözü edilen iki hava/yol durum etmenini ve yüksek kaza sayı bilgisini içeren oldukça fazla birliktelik örüntüsü keşfedilmiştir. Bu birlikteliklerin genel olarak yüksek Destek (Support) ve Güven (Confidence) değerlerine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmada elde edilen birliktelik kurallarından yola çıkılarak trafik kazalarına yönelik bir takım tahminlerin önceden yapılması ile olası trafik kazalarına dair önlemlerin ele alınması mümkün olabilir.

Yakın gelecekte çok daha geniş bir örneklem üzerinde benzer bir çalışma yapılarak daha kapsayıcı altın birliktelik kurallarına ulaşmak için çalışmalar yapılabilir. Bu çalışmada hava/yol durumu ve meydana gelen trafik kazalarına yönelik birliktelik kuralları elde edilmiştir. Bundan sonraki çalışmalarda daha farklı parametreler ve değerler sisteme dahil edilerek daha farklı birliktelikler aranabilir.

REFERANSLAR

- [1] Baradwaj, B. K., Pal, S, Mining Educational Data to Analyze Students' Performance. (IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Vol. 2, No. 6, 2011.
- [2] Singh, S.,Garg, R., Mishra P. K., Performance Analysis of Apriori Algorithm with Different Data Structures on Hadoop Cluster, International Journal of Computer Applications(0975-8887), Volume 128 – No.9, October ,2015.
- [3] Ansari, A., Parab, A., R., Kadam, S., Apriori - A Big Data Analysis - A Review, International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication ISSN: 2321-8169 Volume: 2 Issue: 11, pp. 3517-3520.
- [4] Altıntop, Ü., İnternet Tabanlı Öğretimde Veri Madenciliği Tekniklerinin Uygulanması. Kocaeli Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli, 2006.
- [5] Han, J. and Kamber, M. (2001). Data Mining: Concepts and Techniques, Morgan Kaufmann Publishers.
- [6] Özekeş, S., Veri Madenciliği Modelleri Ve Uygulama Alanları, İstanbul Ticaret Üniversitesi Dergisi, İstanbul, 2003.
- [7] Kayaalp, K., Asenkron Motorlarda Veri Madenciliği İle Hata Tespiti, Süleyman Demirel Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi,2007.
- [8] İrmak, S., Veri Madenciliği Yöntemleri İle Sağlık Sektörü Veri Tabanlarında Bilgi Keşfi: Tanımlayıcı ve Kestirimci Model Uygulamaları, Akdeniz Üniversitesi, Doktora Tezi, Antalya, 2009.
- [9] Özçakır, F. C., Müşteri İşlemlerindeki Birlikteliklerin Belirlenmesinde Veri Madenciliği Uygulaması. Marmara Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2006.
- [10] Özkan, Y., Veri Madenciliği Yöntemleri, 1. basım, Papatya Yayınları, 2008.
- [11] Erpolat, S., Otomobil Yetkili Servislerinde Birliktelik Kurallarının Belirlenmesinde Apriori ve FP-Growth Algoritmalarının Karşılaştırılması, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, pp. 137-146.
- [12] Trafik Kazaları Özeti, 2014. Ankara, Karayolları Genel Müdürlüğü Trafik İzleme Dairesi Başkanlığı.

Dijital Görüntü Dengeleme Yöntemlerinin Kıyaslanması

Comparison of Digital Image Stabilization Methods

Abdullah Erhan Akkaya
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
İnönü Üniversitesi
Malatya, Türkiye
erhan.akkaya@inonu.edu.tr

Muhammed Fatih Talu
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
İnönü Üniversitesi
Malatya, Türkiye
fatih.talu@gmail.com

Özetçe— Farklı el tipi video kayıt veya havadan görüntüleme cihazlarından elde edilen görüntülerde insan kaynaklı el titremesi veya rüzgâr gibi faktörlerden dolayı küçük çaplı istenmeyen hareketler oluşmaktadır. Bu tür hareketler videonun izlenme kalitesini düşürmekte, video üzerinde çalıştırılacak nesne takip ve mozaikleme gibi görüntü işleme yöntemlerinin hatalı sonuçlar vermesine neden olmaktadır. Video içerisindeki istenmeyen hareketlerin en aza indirgenebilmesi için dengeleme tekniklerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada dengeleme yöntemlerinin farklı öznelilik çıkarma teknikleriyle birlikte kullanımı incelenmiştir. Genel olarak bu teknikler üç adımdan oluşmaktadır: hareket tahmini; yörünge yumuşatma ve hareket düzeltme. Hareket tahmini aşamasında farklı özellik tespit yöntemleri (FAST, SURF ve Harris) kullanılarak yörünge hareket yörüngesi hesaplanmıştır. Gürültüler barındıran yörünge kayan pencere yöntemiyle yumuşatılmıştır. Son olarak her bir yöntemin zaman ve hata oranı sonuçları tablo halinde sunulmuştur.

İndeks terimleri— Video dengeleme, FAST, SURF, Harris, RANSAC.

Abstract— Due to factors such as human induced hand shake or wind, undesired small movements occur in images obtained from different hand-held cameras or aerial imaging devices. These type movements reduces the video monitoring quality and also cause to give incorrect results of image processing methods like mosaicing and object tracking. Stabilization methods are needed to minimize these undesired movements in a video. In this study, stabilization methods with different type of feature extraction methods have been investigated. Overall these methods consist of three steps: motion estimation; trajectory smoothing and motion compensation. In motion estimation stage, using different feature detection methods (FAST, SURF and Harris), movement trajectory has been calculated. Movement trajectory consists of noises has been smoothed by a sliding window approach. Finally, results obtained different methods are compared in terms of time and error rate presented in the table.

Index Terms— Video stabilization, FAST, SURF, Harris, RANSAC.

I. GİRİŞ

Görüntüleme cihazlarından elde edilen videolarda eldeki titreşimden veya çekim yapılan ortamın elverişli olmayan doğal koşullarından dolayı ardışıl imgelerde ani dönme ve öteleme hareketleri oluşmaktadır. Bu tür istenmeyen hareketler hem video üzerinde çalıştırılacak olan görüntü işleme algoritmalarının etkinliğini azaltmakta hem de videonun izlenme kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Belirli bir bölgede gerçek zamanlı gözlem yapan bir gözetleme kamerasından alınan görüntüdeki titreşimler öncelikle takip edilen özelliklerin ve devamında takip edilen nesnenin kaybedilmesine neden olmaktadır. Bütün bu olumsuzlukları hem günlük kullanıcı hem de görüntü üzerinde çalışan bir araştırmacı adına giderebilmek için video stabilizasyon tekniklerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Video stabilizasyonu, donanımsal araçlar ve yazılımsal yöntemlerin ayrı ayrı veya beraber kullanılarak videodaki istenmeyen ani hareket değişimlerinin engellenmesi işlemidir. Genel olarak video stabilizasyon yöntemleri: elektronik imge stabilizasyonu (EIS), optik imge stabilizasyonu (OIS) ve dijital imge stabilizasyonu (DIS) olmak üzere üç kategoride toplanmaktadır [1]. Elektronik imge stabilizasyonu jiroskop, IMU gibi donanımlarla elde edilen hareket bilgisinin tersine çevrilip görüntüye uygulanmasıyla gerçekleşmektedir. Optik imge stabilizasyonu oluşan sarsıntının zıt yönünde kamera lensinin hareket ettirilmesi ile gerçekleştirilmektedir. Her iki yöntemde de donanıma ihtiyaç duyulmaktadır. Dijital imge stabilizasyonu ise görüntü işleme tekniklerinin yazılımsal olarak uygulanmasıyla gerçekleşmektedir. Donanımdan bağımsız olan bu yöntem genel olarak hareket tahmini, yörünge yumuşatma ve hareket düzeltme adımlarından oluşmaktadır. Hareket tahmini adımı imgelerdeki önemli özellikler tespit edilip eşleştirilmekte ve hatalı eşleşen noktalar elendikten sonra optik akış [2] veya geometrik dönüşüm modeli [3] kullanılarak imge geçişlerindeki dönme ve öteleme değerleri hesaplanmaktadır. Video içerisinde arka plandan

bağımsız olarak ön planda hareket eden nesnelere ait özelliklerin hareket bütünlüğünü bozmaması için, tespit edilen ve hatalı olarak eşleştirilen noktalar elenmektedir. Yörünge yumuşatma adımında kayan pencere kullanılarak yumuşatılmış yörünge elde edilmektedir. Son adım olan hareket düzeltme adımında ise hesaplanan yeni yörünge imgelere uygulanmakta ve stabilizasyon işlemi tamamlanmaktadır.

Bu çalışmada ilk adımda SURF (Speed Up Robust Feature) [4], FAST (Features from Accelerated Segment) Test [5] ve Harris [6] özellik tespit yöntemleri ayrı ayrı kullanılarak önemli özellikler hesaplanmış, RANSAC [7] yöntemi ile hatalı eşleşen özellikler elenmiş ve geometrik dönüşüm modeli kullanılarak hareket tahmini gerçekleştirilmiştir. İkinci aşamada kümülatif hareket bilgisi kullanılarak kayan pencere yöntemi ile yumuşatılmış yörünge hesaplanmıştır. Yumuşatılmış yörünge değerlerinden hesaplanan düzeltilmiş yörünge son aşamada videoya uygulanıp stabilizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Kullanılan özellik tespit yöntemlerinin başarımları sonuca tablo halinde sunulmuştur.

II. HAREKET TAHMİNİ

Stabilize edilecek videoyu oluşturan imgeler arasındaki dikey ve yatay yöndeki değişim hareket tahmini aşamasında hesaplanmaktadır. Hareket tahminini: (i) art arda gelen iki imgedeki önemli noktaların tespiti ve eşleştirilmesi, (ii) eş noktalar kullanılarak yörünge değerlerinin hesaplanması olarak iki alt bölüme ayırabiliriz.

A. Önemli Noktaların Tespiti ve Eşleştirilmesi

İmgelerdeki önemli noktaların tespitinde FAST, SURF ve Harris özellik tespit yöntemleri kullanılmıştır. SURF metodu tespit edici ve tanımlayıcı olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Önemli bir nokta tespit edildikten sonra bu noktanın ikinci imgedeki yeri tanımlayıcı aracılığıyla sağlanmaktadır. Farklı iki imgede tespit edilen bir nokta kendi tanımlayıcısı sayesinde parlaklık değişimi, dönme, öteleme gibi farklılıklardan etkilenmeyerek her iki imgede de eşleştirilmektedir. Hessian matrisi ve konum-ölçekleme fonksiyonu kullanan SURF metodu SIFT [8] metoduna göre daha etkin ve hızlı olduğundan seçilmiştir. FAST yöntemi özellikle gerçek zamanlı ve sınırlı hesaplama kaynağının bulunduğu uygulamalarda hızlı bir şekilde köşeleri tespit edebilmektedir. Harris ve Stephens [6] tarafından bulunan Harris özellik tespit yönteminde ise sadece önemli noktalar tespit edilmekte ve tanımlayıcılar kullanılmamaktadır. Bu nedenle Harris nokta eşleştirme algoritması ani dönme ve öteleme değişimlerinden etkilenmektedir. Eş noktalar elde edildikten sonra sahne içerisinde bağımsız hareket eden nesnelere ait noktaları elemek için RANSAC yöntemi kullanılmıştır.

B. Eş Noktalar Kullanılarak Yörünge Tahmini

İki imgedeki eş noktalar hesaplandıktan sonra iki imge arasındaki kamera değişim yönü ve açısı geometrik dönüşüm modeli kullanılarak hesaplanmıştır. Öteleme, afin ve izdüşümsel dönüşüm modeli [9] sık kullanılan geometrik dönüşüm modellerindendir. $x = (x, y, 1)^T$ birinci imgede

önemli bir nokta, bu noktanın ikinci imgedeki eş noktası $x' = (x', y', 1)^T$ ve H dönüşüm matrisi olmak üzere geometrik dönüşüm modeli denklem (1)'de ifade edilmektedir. Denklem (2) ve (3) sırasıyla öteleme ve afin dönüşüm modeline ait dönüşüm matrislerini göstermektedir. Yatay ve dikey yöndeki öteleme değerleri t_x ve t_y , dönme açısı ise θ ile gösterilmektedir. Bu çalışmada afin model kullanılmıştır.

$$x' = Hx \quad (1)$$

$$H_t = \begin{bmatrix} 1 & 0 & t_x \\ 0 & 1 & t_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$H_a = \begin{bmatrix} s \cos(\theta) & -s \sin(\theta) & t_x \\ s \sin(\theta) & s \cos(\theta) & t_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Her bir imge çiftindeki t_x , t_y ve θ değişimleri en küçük kareler yöntemiyle hesaplanarak devamında denklem (4)'de gösterildiği gibi kümülatif değişim değerleri elde edilmiştir.

$$\begin{aligned} ct_{xi} &= \sum_{j=1}^i t_{xj}, \\ ct_{yi} &= \sum_{j=1}^i t_{yj}, \\ ct_{\theta i} &= \sum_{j=1}^i t_{\theta j} \end{aligned} \quad (4)$$

III. YÖRÜNGE YUMUŞATMA

Elde edilen kümülatif yörünge değerleri kayan pencere yöntemi kullanılarak yumuşatılmış yörünge hesaplanmasında kullanılmıştır. Elimizde stabilize edilmesi gereken on bir imge olduğunu farz edelim. Bu durumda on adet yörünge değişim değeri olacaktır. Kayan pencere boyutunu iki verdiğimizde her bir yörünge değerinin (kendisi de dâhil) kendisinden sonraki iki adet pencere ile toplamda üç adet değerin aritmetik ortalamasını almak yerine, kendinden önceki iki pencereyi de ortalamaya dâhil ettik. Bu durumda eğer yumuşatılacak yörünge konumu sırasıyla dört ve beş ise Şekil 1'de gösterildiği gibi kendinden önce ve sonraki iki pencere ile kendisinin aritmetik ortalaması alınarak dört ve beş numaralı yumuşatılmış yörünge değerleri elde edilmiştir.

IV. HAREKET DÜZELTME

Hareket düzeltme adımına gelindiğinde kümülatif ve yumuşatılmış yörünge değerleri kullanılarak nihai yörünge elde edilmiştir. Denklem (5) ve (6)'da, ct_{xi} , smt_{xi} , t_{xi} , $errt_{xi}$ ve $stabt_{xi}$ sırasıyla yatay yöndeki kümülatif, yumuşatılmış, anlık, kümülatif hata ve stabilize edilmiş yörünge değerlerini göstermektedir.

$$errt_{xi} = smt_{xi} - ct_{xi} \quad (5)$$

$$stabt_{xi} = t_{xi} + errt_{xi} \quad (6)$$

Yumuşatılmış yörünge değerinden kümülatif değer çıkartılarak hata hesaplanmış ve daha sonra bu hata anlık yörünge değerine eklenecek stabilize edilmiş yeni yörünge elde edilmiştir. Hareket düzeltme sonucu referans imge ve stabilize edilmiş imge arasındaki temel işlemler Şekil 2'de verilmiştir.

V. SONUÇ

Bu çalışmada DJI Phantom 3 Pro cihazı kullanılarak Malatya Kayısı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne ait kayısı ağaçları (Video 1), AR.Drone Parrot 2.0 cihazından alınan hareketli bir aracın olduğu otopark (Video 2) ve el kamerası ile çekilmiş bir video (video 3) stabilize edilmeye çalışılmıştır. Her üç videoda da 300 imge kullanılmıştır. MATLAB ortamında hazırlanan program Intel i7-4770 3.4GHz işlemci ve 8GB belleğe sahip masaüstü bilgisayarda offline görüntü üzerinde çalıştırılmıştır.

Tablo 1'de SURF, FAST ve Harris yöntemlerinin çalışma süreleri ve hata oranları gösterilmektedir. Yöntemlerin maliyeti, RANSAC tarafından her bir imgede hatalı olarak eşleştiği saptanan nokta sayısının, yöntemin bulduğu toplam nokta sayısına oranının tüm imgelerdeki toplamı olarak hesaplanmıştır. Çalışmamız offline olduğundan çalışma süresi online uygulamalara göre önemli bir parametre değildir. Fakat uygulamamızın büyük bir kısmını nokta tespit yöntemleri oluşturduğu için çalışma süresi de sonuca dâhil edilmiştir.

Tablo 1. Özellik tespit edici yöntemlerin çalışma süreleri (sn) ve RANSAC maliyetleri

		Video1	Video2	Video3
Çalışma Süresi (sn)	SURF	30,167	58,876	26,924
	Harris	55,146	52,864	46,068
	Fast	22,378	42,662	19,375
Hata oranı	SURF	0,1014	0,3860	0,1648
	Harris	0,0873	0,2825	0,0798
	Fast	0,0652	0,3169	0,1384

Şekil 3'de Malatya Kayısı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne ait kayısı ağaçları videosu üzerinde gerçekleştirilen stabilizasyon işlemi verilmiştir. Şekil 4'de AR.Drone Parrot 2.0 cihazı ile alınan stabilize edilmiş görüntü, Şekil 5'de ise el kamerası ile çekilmiş ve stabilize edilmiş test videosu yer almaktadır. Şekil 6'da ise kayısı bahçesine ait videoya SURF yöntemi uygulanmıştır. Yatay ve dikey yönde hesaplanan, kümülatif, yumuşatılmış ve stabilize edilmiş yörünge değerleri görülmektedir.

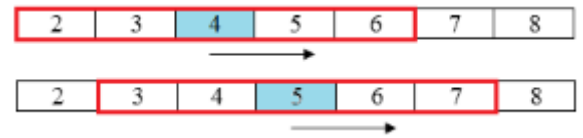
Tablo 1'e bakıldığında her üç video için de FAST en hızlı çalışan yöntemdir. SURF yöntemi zaman açısından yavaş olmakla birlikte en fazla maliyete sahiptir. Harris yönteminin ise ortalama bir hıza ve yüksek maliyete sahip olduğu gözlemlenmiştir. Kayısı ağaçlarının segmentasyonu ve görüntü mozaikleme işleminin stabilize edilmiş imgeler üzerinde daha iyi sonuçlar vereceği düşünülmektedir. RANSAC yöntemi ise hareketli bir aracın olduğu otopark videosunda homografi bütünlüğünü sağlamakta ve bu araca ait noktaları elemektedir.

VI. TEŞEKKÜR

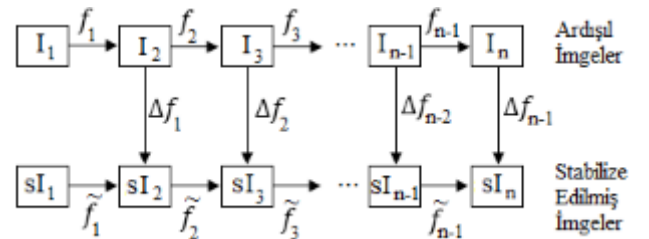
Bu çalışma, 114E916 numaralı "Malatya'daki kayısı rekoltesinin bilgisayar görmesi teknikleriyle hesaplanması" başlıklı Tübitak destekli proje kapsamında video dengeleme problemini çözmek üzere gerçekleştirilmiştir.

VII. KAYNAKÇA

- [1] L. Xu and X. Lin, "Digital image stabilization based on circular block matching," *IEEE Trans. Consum. Electron.*, vol. 52, no. 2, pp. 566–574, May 2006.
- [2] H.-C. Chang, S.-H. Lai, and K.-R. Lu, "A robust and efficient video stabilization algorithm," in *2004 IEEE International Conference on Multimedia and Expo, 2004. ICME '04*, 2004, vol. 1, pp. 29–32 Vol.1.
- [3] K.-Y. Lee, Y.-Y. Chuang, B.-Y. Chen, and M. Ouhyoung, "Video stabilization using robust feature trajectories," in *2009 IEEE 12th International Conference on Computer Vision*, 2009, pp. 1397–1404.
- [4] H. Bay, T. Tuytelaars, and L. V. Gool, "SURF: Speeded Up Robust Features," in *Computer Vision – ECCV 2006*, A. Leonardis, H. Bischof, and A. Pinz, Eds. Springer Berlin Heidelberg, 2006, pp. 404–417.
- [5] E. Rosten and T. Drummond, "Machine Learning for High-Speed Corner Detection," in *Computer Vision – ECCV 2006*, A. Leonardis, H. Bischof, and A. Pinz, Eds. Springer Berlin Heidelberg, 2006, pp. 430–443.
- [6] C. Harris and M. Stephens, "A combined corner and edge detector," in *In Proc. of Fourth Alvey Vision Conference*, 1988, pp. 147–151.
- [7] M. A. Fischler and R. C. Bolles, "Random Sample Consensus: A Paradigm for Model Fitting with Applications to Image Analysis and Automated Cartography," *Commun ACM*, vol. 24, no. 6, pp. 381–395, Jun. 1981.
- [8] D. G. Lowe, "Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints," *Int. J. Comput. Vis.*, vol. 60, no. 2, pp. 91–110, Nov. 2004.
- [9] R. Hartley and A. Zisserman, *Multiple view geometry in computer vision*. Cambridge, UK; New York: Cambridge University Press, 2003.



Şekil 1. Kayan pencere yöntemi ile yörünge yumuşatma



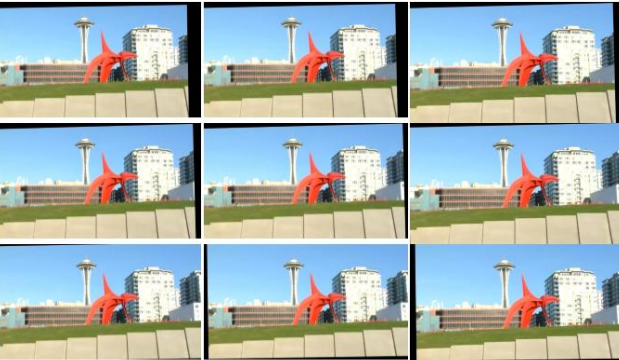
Şekil 2. Referans imgeler ve stabilize edilmiş imgeler arasındaki temel işlemler.



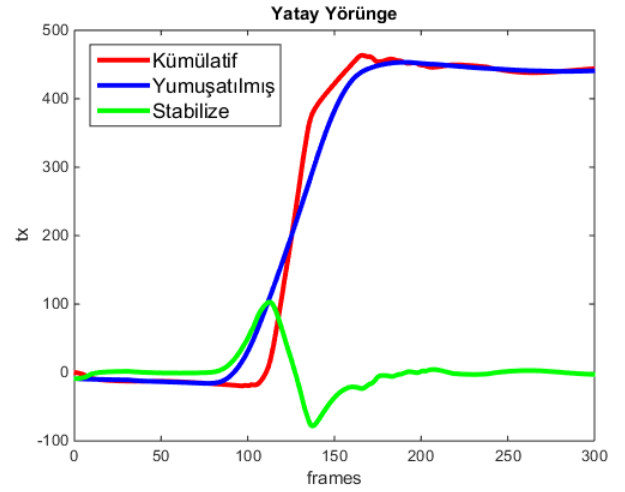
Şekil 3. Malatya Kayısı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü: solda orijinal, sağ tarafta ise stabilize edilmiş videolar.



Şekil 4. AR.Drone Parrot 2.0 ile çekilen stabilize edilmiş otopark videosu



Şekil 5. El kamerası ile çekilmiş stabilize edilmiş benchmark video



Şekil 6. Malatya Kayısı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü: kayısı ağaçlarına ait yatay yöndeki kümülatif, yumuşatılmış ve stabilize edilmiş yörünge.

Kardiyotokografi Analizinde Öznitelik Seçme Algoritmalarının Karşılaştırılması

Abdülkadir Gümüşçü

Department of Electrical & Electronics Engineering

Harran University

Şanlıurfa, Turkey

agumuscu@harran.edu.tr

Özet—Bu çalışmada anne karnındaki fetusun hareketlenmeleri ile bebeğin kalp atışlarının seyri arasındaki ilişkiyi baz alan kardiyotokografi verileri ile daha başarılı analizler yapmayı sağlayacak öznitelik seçme algoritmaları karşılaştırılmıştır. Çalışmada kullanılan kardiyotokografi veri seti 2126 farklı hastanın verisini içermekte olup bu hastaların bebekleri sağlıklı, şüpheli ve patolojik diye üç sınıfa ayrılmaktadır. Öznitelik seçme uygulanan verilerin sınıflandırma başarı oranları, k-NN makina öğrenme algoritmasında, 10-katlamalı çapraz doğrulama metodu ile doğrulanarak test edilmiştir.

Anahtar Kelimeler—Öznitelik Seçme, Kardiyotokografi, Sınıflandırma.

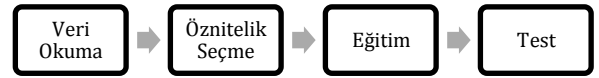
Abstract— In this study, feature selection algorithms that allow to make more successful analysis, are compared on Cardiotocography data set which is based on uterine contractions and fetal heart beats. Cardiotocography data set that used in this study, consists of 2126 different patient data and this patient's babies are divided on three class: healthy, suspicious and pathologic. Classification success rate of feature selection algorithms are evaluated with 10-fold cross validation by using k-NN classification method.

Index Terms—Feature Selection, Cardiotocography, Classification.

I. GİRİŞ

Kardiyotokografi, myometriyum kasılmaları ile fetal kalp kasılma frekansının senkron olarak kaydedilmesidir [1]. 1970'lerde yaygınlaşan bu yöntem ile anne karnındaki bebekte bulunan anomaliler tespit edilmektedir. Hamile bayanlarda uygulanan bu yöntem ile gerek anne, gerekse bebek sağlığı olası bir hastalığa karşın erken tedavi olanağı sağlamaktadır. Bu çalışmada kardiyotokografi veri seti için öznitelik seçme algoritmalarının sınıflandırma başarı oranı ve işlem süreleri karşılaştırılmıştır.

Makina öğrenme algoritmalarında başarı oranını yükseltme ve öğrenme işlem sürecini azaltma amacı ile öznitelik seçme algoritmaları ön işlem olarak sıklıkla kullanılmaktadır. Şekil 1'de makina öğrenme algoritmalarının işlem adımları verilmiştir.



Şekil 1. Makina Öğrenme Temel İşlem Adımları.

Şekil 1'de de görüldüğü üzere öznitelik seçme algoritmaları makina öğrenme algoritmalarının ön işlemleri olarak kabul edilmektedir.

Öznitelik seçme algoritmaları filtre, sarmal ve gömülü olmak üzere üç temel başlıkta incelenmektedir [2]. Filtre modeli öznitelik seçme algoritmaları istatistiksel metotları kullanarak öznitelikleri seçer. Filtre modeli öznitelik seçme algoritmalarının hızlı ve sınıflandırma algoritmalarından bağımsız olarak çalışmaları en büyük avantajları olarak kabul edilmektedir [2]. Literatürde sıklıkça kullanılan filtre modeli öznitelik seçme algoritmaları Korelasyon-bazlı öznitelik seçme (CFS) [3], bilgi kazancı [4], ortak bilgi [5], Ki-kare [6], ReliefF [7] ve F-skor[8] şeklinde sıralanmaktadır. Sarmal modeli öznitelik seçme algoritmaları ise en ideal öznitelik kümesini bulmayı hedefleyen araştırma metodlarıdır. Bu metodların dezavantajı sınıflandırma algoritmasına bağımlı olmasıdır. Elde edilen öznitelik kümeleri teker teker sınıflandırma algoritmasına uygulanıp sınıflandırma başarı oranı hesaplandığından işlem süresi olarak da pek avantajlı oldukları söylenemez. Bunun yanında diğer öznitelik seçme algoritmalarına göre daha yüksek sınıflandırma başarı oranı sağlarlar [9]. Sıralı İleri Seçme (SFS) [10], Sıralı Geri Eleme (SBE)[10] ve Genetik algoritma [11] kullanılan en önemli sarmal modeli öznitelik seçme algoritmalarıdır. Sınıflandırma algoritmasına dahil olan öznitelik seçme metodları ise gömülü modeli öznitelik algoritmalarıdır. Bu algoritmalar zaten sınıflandırma yaparken öznitelik seçmek zorundadır. Bu modele ID3 [11], C4.5[12] karar ağaçları örnek verilebilir. Karar ağaçlarında ağaç kurulurken ilk hangi niteliğe göre dallanma yapılacağına belirlenmesi gerekmektedir. Bu nitelik belirlenirken genelde entropi analizi yapılır. İlk dallanmanın belirlenmesi işlemi de aslında bir öznitelik seçme işlemi olarak değerlendirilmektedir. Tablo 1'de literatürdeki öznitelik seçme algoritmaları avantaj ve dezavantajları ile beraber özetlenmiştir.

TABLO I. ÖZNETELİK SEÇME ALGORİTMALARI VE ÖZELLİKLERİ

Öznitelik Seçme Modeli	Özellikleri	Örnekler
Filtre	Hızlı, Sınıflandırma Algoritmasından Bağımsız, Başarı Oranı Diğer Modellere göre Düşük	CFS, Bilgi Kazancı, Ki-Kare, ReliefF, F-Skor
Sarmal	Başarı Oranı Yüksek, Uygulanması Kolay, Yavaş, İşlem Yüklü Fazla	SFS, SBE, Genetik Algoritma
Gömülü	İşlem Yüklü Az, Başarı Oranı Yüksek, Karar Ağaçlarından Bağımsız olarak kullanılamaması	ID3, C4.5

Bu çalışmada kardiyotokografi veri seti için öznitelik seçme algoritmaları sınıflandırma başarı oranı ve filtreleme işlem süreleri bakımından karşılaştırılacaktır. Bu bağlamda kardiyotokografi veri setine Ki-Kare, F-skor, ReliefF ve CFR olmak üzere toplam 4 farklı filtre modelli öznitelik seçme algoritması uygulanacaktır. Elde edilen sonuçlar k-NN makina öğrenme algoritmasında, 10-katlamalı çapraz doğrulama metodu ile doğrulanarak test edilecektir.

II. MATERYAL VE METOT

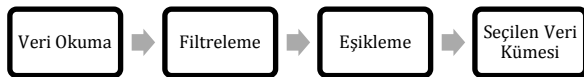
A. Kardiyotokografi Veri Seti

Bu çalışmada kullanılacak veri seti UCI Makina Öğrenme veri deposundan alınmıştır [13].

Veri setinde toplam 2126 adet bebeğe ait kardiyotokografi parametre bilgisi mevcuttur. Her örnek için 3 ayrı sınıf bilgisi olma ihtimali olup, “1” bilgisi sağlıklı, “2” bilgisi şüpheli, “3” bilgisi ise hastalıklı anlamına gelmektedir. Veri setinde toplam 21 adet nitelik bulunmaktadır. Öznitelik seçme işlemleri ile 21 adet nitelik azaltılmakta ve sınıflar arası ayrımı en çok hangi niteliklerin belirttiği tespit edilecektir.

B. Filtre Modelli Öznitelik Seçme

Filtre modelli öznitelik seçme algoritmaları istatistiksel modeller kullanılarak niteliklerin sonuca ulaşmaya katkısını hesaplar. Bu hesaplama sonucunda elde edilen sonuçlar nitelikler arasında puanlama yapar. Niteliklerin puanları eşikleme yapılarak öznitelikler seçilir. Şekil 1’de filtre modelli öznitelik seçme algoritmalarının temel işlem adımları gösterilmektedir.



Şekil 2. Filtre Modelli Öznitelik Seçme İşlem Adımları

Şekil 2’de de görüldüğü gibi filtre modelli öznitelik seçme algoritmaları, sınıflandırma algoritmasından bağımsız bir şekilde öznitelikleri seçmektedir. Bu çalışmada kardiyotokografi veri setini sınıflandırmada filtre modelli öznitelik seçme algoritmaları, sınıflandırma başarı oranı ve uygulanma süreleri bakımından karşılaştırılmıştır. Bu

bağlamda 4 farklı filtre modelli öznitelik seçme algoritması, kardiyotokografi veri setine uygulanmıştır. Makina öğrenme algoritması olarak k-NN sınıflandırma algoritması uygulanmış ve 10-katlamalı çapraz yöntemi ile doğrulanmıştır.

1) *F-Skor*: Her niteliğin diğer niteliklerden ilişkili durumunu hesaplayan bir filtre olan Fisher-skor filtresi öznitelik seçme problemlerinde oldukça yaygın kullanılmaktadır. Diğer niteliklerden ilişkisi az olan niteliğin daha değerli bir nitelik olduğunu varsaymaktadır [14].

2) *ReliefF*: ReliefF metodu, veri setinden bir örnek ele alarak ilgili örneğin, kendi sınıflarındaki diğer örneklerle yakınlığını ve farklı sınıflarla olan uzaklığına bağlı bir model oluşturarak öznitelik seçme işlemini gerçekleştirmektedir [15].

3) *Bilgi Kazancı*: Bilgi kazancı incelenen niteliğin sonuca ulaşma katkısını entropi bazlı hesaplayarak nitelikleri değerlendirmektedir [4].

4) *CFR*: CFR öznitelik seçme algoritması aslında 3 farklı modelin birleştirilmesi ile elde edilmiş bir yöntemdir. Ki-kare, F-skor ve ReliefF öznitelik seçme algoritmalarının en ikisi tarafından seçilen öznitelikleri seçmekte ve daha iyi başarı oranı sağlamaktadır [16].

C. k-NN Sınıflandırma Algoritması

Birçok alanda sıklıkla kullanılan sınıflandırma metodların başında gelen k-NN sınıflandırma algoritmasının en önemli avantajları basitliği ve kullanım kolaylığıdır. Bu avantajların yanında büyük veri setlerinde sağladığı kararlılık da kullanımını yaygınlaştırmıştır [17].

III. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada kardiyotokografi veri setine uygulanan filtre modelli öznitelik seçme algoritmaları, sınıflandırma başarı oranları, filtrenin uygulanma süreleri ve seçilen öznitelik sayıları bakımından karşılaştırılacaktır.

Tablo II’de F-skor, ReliefF, Bilgi Kazancı ve CFR filtre modelli öznitelik seçme algoritmalarının filtreleme işlem süreleri verilmiştir.

İşlem süreleri hesaplanırken, 2.5 GHz dört çekirdekli Intel Core i7 işlemcili, 16 GB 1600 MHz belleğe sahip bilgisayar kullanılmıştır.

TABLO II. FİLTRELEME İŞLEM SÜRELERİ

Öznitelik Seçme Algoritması	İşlem Süresi
F-Skor	0.052
ReliefF	1.204
Bilgi Kazancı	0.118
CFR	0.294

Tablo II veriler gözönünde bulundurulduğunda, kardiyotokografi veri seti için ReliefF öznitelik seçme algoritmasının uygun olmadığı görülmektedir. İşlem süreleri bakımından F-Skor öznitelik seçme algoritmasının en hızlı filtreleme işlemi yaptığı bilgisine ulaşılmaktadır.

Tablo III'de öznitelik seçme algoritmalarının veri setinde bulunan 21 nitelik arasından kaç tane öznitelik seçtiğini özetlemektedir.

TABLO III. SEÇİLEN ÖZNİTELİK SAYILARI

Öznitelik Seçme Algoritması	Seçilen Öznitelik Sayısı
F-Skor	5
ReliefF	2
Bilgi Kazancı	12
CFR	5

Tablo III'de de görüldüğü üzere ReliefF öznitelik seçme algoritması mevcut nitelikler arasından en az öznitelik seçen algoritma olmuştur.

Tablo IV'de F-skor, ReliefF, Bilgi Kazancı ve CFR filtre modeli öznitelik seçme algoritmaları sınıflandırma başarı oranı, hassasiyet, özgünlük ve F-skor açısından

karşılaştırılmıştır. Karşılaştırılacak parametrelerin formülleri aşağıdaki formül 1,2,3,4 ile açıklanmıştır.

$$\text{Doğruluk Oranı} = \frac{TN+TP}{TN+TP+FN+FP} \quad (1)$$

$$\text{Hassasiyet} = \frac{TP}{TP+FN} \quad (2)$$

$$\text{Özgünlük} = \frac{TN}{TN+FP} \quad (3)$$

$$F \text{ skor} = 2 \frac{\text{Hassasiyet} \times \text{Özgünlük}}{\text{Hassasiyet} + \text{Özgünlük}} \quad (4)$$

Yukarıdaki formüllerde kullanılan TN, TP, FN, FP katsayıları karışıklık matrisinden elde edilen veriler olup, sırasıyla True Negative, True Positive, False Negative ve False Positive manasına gelmektedir. Doğruluk Oranı, doğru tahmin edilen örnekler ile veri setindeki toplam örnek sayısının oranı olarak tanımlanır. Hassasiyet, doğru tahmin edilenlerin gerçek değere oranıdır. Özgünlük, doğru tahmin edilenlerin gerçek değere oranıdır. F-skor ise özgünlük ve hassasiyet değerlerinin harmonik ortalamasıdır.

TABLO IV. ÖZNİTELİK ALGORİTMALARININ KARŞILAŞTIRMASI

Öznitelik Seçme Algoritması	Doğruluk Oranı	Hassaslık	Özgünlük	F-Skor
Öznitelik Seçme Yapılmadan	% 90.40	0.9373	0.7752	0.9395
F-Skor	% 90.97	0.9460	0.7778	0.9426
ReliefF	% 76.48	0.8979	0.4392	0.8442
Bilgi Kazancı	% 90.48	0.9383	0.7763	0.9412
CFR	% 91.16	0.9466	0.7838	0.9438

Tablo IV'de de görüldüğü üzere öznitelik seçme algoritmaları ReliefF algoritması dışında sınıflandırma başarı oranına olumlu etkilemiştir. ReliefF algoritmasının çok seçici olması ve kardiyotokografi veri setinin de nitelik sayısının az olması sebebiyle sınıflandırma başarı oranı olumsuz etkilenmiştir. Bunun yanında en iyi sınıflandırma başarı oranı CFR öznitelik seçme algoritması uygulanarak sağlanmıştır. Gelecekte kardiyotokografi veri seti ile çalışmayı düşünen araştırmacıların F-Skor veya CFR algoritmalarını tercih etmeleri daha uygun olacaktır. ReliefF öznitelik seçme algoritması en az sayıda öznitelik seçmesine rağmen gerek başarı performans değerleri gerekse filtre uygulanma süreleri gözönünde bulundurulduğunda öznitelik seçerken bilgi kaybına sebep olduğu sonuçlardan anlaşılabilmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma HÜBAK tarafından 15101 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir. Katkılarından ötürü teşekkür ederim.

REFERENCES

- [1] S. Aladağ and A. Güven, "Kardiyotokogram Verilerinin Yapay Sinir Ağları ile Sınıflandırılması," TİPTEKNO 2014, pp. 232–234.

- [2] Y. Saeys, I. Inza, and P. Larranaga, "A review of feature selection techniques in bioinformatics," Bioinformatics, vol. 23, no. 19, pp. 2507–2517, Oct. 2007.
- [3] M. A. Hall, Correlation-based feature subset selection for machine learning. PhD, University of Waikato, Hamilton, New Zealand, 1999.
- [4] R. Battiti, "Using mutual information for selecting features in supervised neural net learning," IEEE Transactions on Neural Networks, vol. 5, no. 4, pp. 537–550, Jul. 1994.
- [5] Huan Liu and R. Setiono, "Chi2: feature selection and discretization of numeric attributes," 1995, pp. 388–391.
- [6] M. Robnik-Sikonja and I. Kononenko, "Theoretical and empirical analysis of Relief and ReliefF.," Machine Learning, vol. 53, pp. 23–69, 2003.
- [7] R. A. Duda, P. E. Hart, and D. G. Stork, Pattern Classification. New York, NY, USA: John Wiley & Sons, 2001.
- [8] R. Kohavi and G. H. John, "Wrappers for feature subset selection," Artificial Intelligence, vol. 97, no. 1–2, pp. 273–324, Dec. 1997.
- [9] J. Kittler, Feature Set Search Algorithms. In: Chen CH, editor. Pattern Recognition and Signal Processing. Alphen aan den Rijn, Netherlands: Sijthoff and Noordhoff, 1978. pp. 41–60.
- [10] J. H. Holland, Adaptation in natural and artificial systems: an introductory analysis with applications to biology, control, and artificial intelligence, 1st MIT Press ed. Cambridge, Mass: MIT Press, 1992.

- [11] J. R. Quinlan, "Induction of decision trees," *Machine Learning*, vol. 1, no. 1, pp. 81–106, Mar. 1986.
- [12] J. R. Quinlan, *C4.5: programs for machine learning*. San Mateo, Calif: Morgan Kaufmann Publishers, 1993.
- [13] D. Ayres-de-Campos, J. Bernardes, A. Garrido, J. Marques-de-Sa, and L. Pereira-Leite, "Sisporto 2.0: A program for automated analysis of cardiotocograms," *The Journal of Maternal-Fetal Medicine*, vol. 9, no. 5, pp. 311–318, Sep. 2000.
- [14] H.-H. Hsu, C.-W. Hsieh, and M.-D. Lu, "Hybrid feature selection by combining filters and wrappers," *Expert Systems with Applications*, vol. 38, no. 7, pp. 8144–8150, Jul. 2011.
- [15] V. Bolón-Canedo, N. Sánchez-Marño, A. Alonso-Betanzos, J. M. Benítez, and F. Herrera, "A review of microarray datasets and applied feature selection methods," *Information Sciences*, vol. 282, pp. 111–135, Oct. 2014.
- [16] A. Gümüşçü, İ. B. Aydılek, R. Taşaltın, "3 Farklı Filtre Modelli Öznitelik Seçme Algoritmalarının Kombine Edilerek İyileştirilmesi," *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, vol. 16, no. Özel, pp. 31–35, Haz. 2016.
- [17] T. Cover, P. Hart, "Nearest neighbor pattern classification," *IEEE Transactions on Information Theory*, vol. 13, pp. 21–27, Feb. 1967.

Raspberry Pi 3'le Gerçek Zamanlı Yüz Bulma

Real Time Face Detection With Raspberry Pi 3

Osman Demirci

Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Samsun, Türkiye
osman.demirci@bil.omu.edu.tr

Gökhan Kayhan

Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Samsun, Türkiye
gokhan.kayhan@bil.omu.edu.tr

Özetçe— Nesnelerin interneti (IoT) ve makinalar arası iletişim (M2M), internet teknolojilerinin gömülü sistemlerde kullanılmaya başlanmasıyla birlikte önemli bir kavram olarak ortaya çıkmıştır. Böylece programlanabilen mikrodenetleyiciler ile uzaktan denetlenebilen ve insana gereksinimi en aza indirilmiş sistemler kullanılması mümkün hale gelmektedir. Bu aygıtlar donanım yetenekleri göz önüne alındığında web sunucu, web soket gibi teknolojilerin de kullanımına olanak sağlamaktadır. Bu çalışmada, bir mini bilgisayar özelliğine sahip Raspberry Pi 3 üzerine eklenen kamera aracılığıyla alınan hareketli görüntüleri, web tarayıcı üzerinden istemciler ile gerçek zamanlı olarak ileten ve istemciye görüntülemiş olduğu mekanı eş zamanlı olarak izleme olanağı sunan bir sistem tasarlanmıştır. Bu sistemin hedefi, görüntü işleme ve yapay zeka yöntemleri kullanılarak uzaktan bir mekanın/bölgenin denetlenmesi veya izlenmesi için yüz bulma işlemi gerçekleştirmektir. Bu hedef için cihaz üzerinde minimal kaynak kullanımı ile performans sunan bir işletim sistemi olan, grafik arayüzü olmayan ARM destekli Linux Debian ve geliştirme ortamı olarak ise Node Js kurulumu tercih edilmiştir. Kullanılan Debian linux kullanılan görüntü işleme algoritması için performans sunmaktadır. Soket sunucu ve http sunucu yazılımı yapılarak kullanıcının özel bir programa ihtiyaç duymadan cep telefonundan, bilgisayarından veya web tarayıcı bulunan herhangi bir ortamdan cihazın kurulu olduğu ortamı gerçek zamanlı olarak izleme, veri alma ve denetleme olanağı elde edilmiştir. Oluşturulan bu sistem ile kullanıcı sayısından bağımsız olarak mekanlar izlenebilmekte olup, cihaza kodlanmış olan yazılımdaki web soket teknolojisi sayesinde gerçek zamanlı olarak görüntülerin izlendiği tarayıcıda ek bir işlem gerekmez. Uyarı (ses, mesaj vb) durumları üretilebilmektedir.

Anahtar Kelimeler—Raspberry pi, websoket, npm, linux, yüz bulma, open cv.

Abstract— Internet of Things (IoT) and communication between machines (M2M), has emerged as an important concept in conjunction with the use of Internet technology in embedded systems. Thus, programmable remote control and the need for people with microcontrollers, it becomes possible to use the system are minimized. Given this device's web server hardware capabilities, also allows the use of technologies such as web sockets. In this study, a mini computer featuring Raspberry Pi 3 moving images received through the attached camera on, transmitting in real time with clients via the web browser and the ability to monitor the place where you have displayed to clients at the same time is designed as a system. The goal of this system,

detection human faces using with image processing and artificial intelligence methods for remote monitoring place or region. The target for the operating system that offers performance from the device with the use of minimal resources, non-graphical interface and development environment ARM-supported Debian Linux as the Node.js installation is preferred. Debian Linux used in system serves performance for images processing algorithm. Socket servers and HTTP server software made by users of a particular program without the need for mobile phone environment is installed the device in any environment with a computer or web browser to monitor in real-time, data retrieval, and has obtained the ability to check. Created this is the system to be monitored spaces regardless of the number of users, thanks to the web connector technology in the software encoded on the device in real time without requiring an additional operation in the browser monitoring displays alerts (voice, text, etc.) situation can be produced.

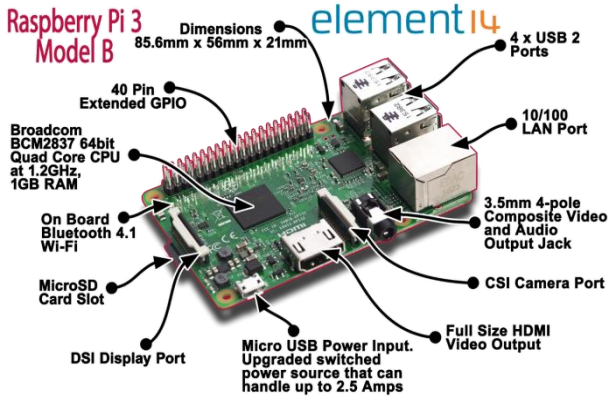
Index Terms—Raspberry pi, websocket, npm, linux, faces detection, open cv.

I. GİRİŞ

Gömülü sistemlerin, nesnelerin interneti (IoT) ve makinalar arası iletişim (M2M) sistemlerinde kullanılmasında, sorunlardan biri kullanılan kartın donanım ve yazılım yeteneğidir. Kartın donanımının güçlü olması, üzerinde geliştirilecek olan yazılımın yeteneklerine ve başarısına doğrudan etki eder. Bu noktada IoT için kullanılan aygıtlardan farklı olarak Raspberry Pi “Şek. 1” öne çıkmaktadır [1], [2]. Kartın teknik özellikleri:

- broadcom BCM2837 armv7 dört çekirdekli 64 bit mikro işlemci,
- 1.2 ghz işlemci hızı,
- 1 gb sdram,
- 10/100 ethernet rj45 jack,
- dört adet usb konnektörü,
- hdmi video çıkışı,
- ses ve görüntü çıkışı,
- micro sd kart yuvası,
- 40 gpio pin,
- wifi,
- 45 gr ağırlık,
- bluetooth,

- csi kamera bağlantı portu
- dsi ekran çıkışı.



Şek. 1 Raspberry Pi 3

Raspberry Pi kartın üzerine kurulan işletim sisteminin yeteneklerine ve performansına bağlı olarak istenilen programlama altyapısı oluşturulabilir. Böylece mikrodenetleyicilerdeki dil ve dil versiyon bağımlılığını ortada kaldıran dinamik bir geliştirme ortamı elde edilmiş olur. Bu nedenle, Raspberry Pi karta kurulacak işletim sistemi kartın performansına doğrudan etki eder. Kart üzerinde yapılacak işe göre seçilecek programlama dili de yapılan çalışmanın başarısına ve performansına doğrudan etkilidir. Bu çalışmaya benzer olarak; Raspberry Pi kartın başka bir versiyonu araç trafiği izlemekte kullanılmıştır [3].

II. İŞLETİM SİSTEMİ VE NODE JS

A. İşletim Sistemi Seçimi ve Kurulumu

Raspberry Pi kartlar ARM mimarili işlemciler kullanır. ARM işlemciler ile uyumlu tüm işletim sistemleri Raspberry Pi üzerinde çalışabilir. Fakat donanımlarıyla uyumlu çalışan, kart için üretilmiş Raspberry Pi işletim sistemleri kullanılırsa kartın daha performanslı çalışması sağlanır. Bu işletim sistemleri kullanım amaçlarına göre şekillendirilmiş ve kullanıcı için gereken programlar, işletim sistemine dahil edilmiştir. Ayrıca 17 Aralık 2012 tarihinde Raspberry Pi Vakfı, IndieCity ve Velocix firmalarıyla işbirliği yaparak kullanıcıların uygulama programları indirebilmeleri için Pi Store' u açmışlardır. Kullanıcıların resmi dağıtım işletim sisteminde bulunan bir uygulamayı kullanarak çeşitli kategorilerdeki uygulamaları indirmeleri mümkündür. Ayrıca kullanıcıların geliştirdikleri uygulamalar da yüklenebilir ve onaylandıktan sonra diğer kullanıcıların kullanımına sunulabilir. Bu işletim sistemlerinin dışında, Raspberry Pi vakfı tarafından geliştirilmeyen, Raspberry Pi için duyurulmuş işletim sistemleri de mevcuttur. Raspberry Pi için kartlara yüklenebilen bu işletim sistemleri çoğunlukla Linux tabanlı işletim sistemleridir. Windows platformunda ise Windows 10 IoT sürümüyle Raspberry Pi kart desteklenmeye başlamıştır. Bu çalışmada; Raspberry Pi modelleriyle yüksek verimli ve uyumlu çalışan Debian Linux kullanılmıştır [4]. Seçilen işletim sistemi SD kartta uygun program kullanılarak

doğrudan yazılır. Raspberry Pi 3 versiyonunda açma kapama için herhangi bir anahtar bulunmaz. Cihaza güç aktarıldığında SD kartta işletim sistemini arar ve bulduğu Önyükleyiciyi (boot) çalıştırmak ister. Hazırlanan SD kart Raspberry Pi'nin kart yuvasına takılarak kullanılır.

B. Node Js

Node Js 2009 yılında Joyent firması tarafından Google'ın V8 Javascript motorunun sunucu tarafından çalıştırılması ile üretilen bir çalışma ortamıdır. Nodejs ölçeklenebilir, olay güdümlü (event-driven) asenkron, non-blocking I/O çalışma modelini kullanır [5]. Bu da yüksek performans ile çalışmasını sağlar. LinkedIn mobil sunucu tarafında nodejs ye geçtikten sonra sunucu sayısını 30 dan 3 e düşürdüğünü ve bazı işlemlerde 20 kata kadar daha hızlı olduğunu açıklamıştır [6]. Node Js modülerdir. Node Js her kütüphaneyi bir modül olarak görür ve böylece çekirdeğin boyutunu küçültüp uygulamaların daha hızlı çalışmasını sağlar. Node js platformu resmi web sitesinden indirilen dosya ile kolaylıkla kurulur. Diğer programlama dillerine göre en büyük avantajı ise Node Js'nin paket yöneticisi olan NPM'dir. Ne yapmak isterseniz isteyin istediğiniz şey büyük ihtimalle modül olarak bulunmaktadır. Npm üzerinden yapılan arama ile istenilen paket bulunur ve kolaylıkla projeye eklenerek kullanılır. Bu paketlerden biri olan Socket IO bu çalışmadaki web socket ile veri alımında kullanılmıştır.

III. WEB SOCKET

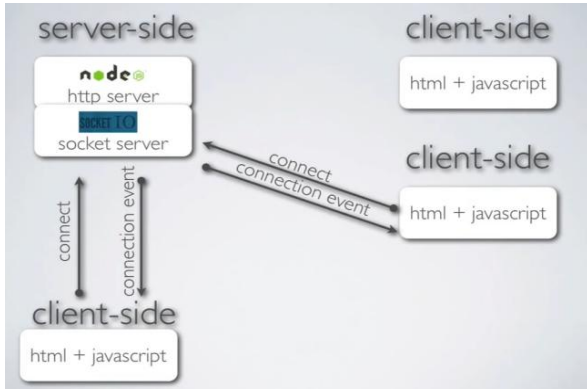
HTTP protokolünde, web tarayıcısı (*client*) sunucudan (*web-server*) bir HttpRequest yapar, karşılığında da sunucudan bir HttpResponse alır, bağlantı kapatılır. Tekrar, yeni bir veri alış veriş için, yeni bir bağlantı ve yeni bir istek oluşturulması gerekir. HTML5 desteği sunan tarayıcılar da Java Script dili ile oluşturulan "WebSocket" nesneleri ile istemci-sunucu, sunucu-istemci taraflı düşük maliyetli sürekli bağlantılar oluşturulur. Java Script dilinde web socket teknoloji ile kullanılan bir çok kütüphane mevcuttur [7]. Bunlardan; "Socket IO" ve "SockJs" kütüphaneleri öne çıkmaktadır. Kurumsal uygulamalarda yaygınlıkla kullanılan Java Spring Framework, STOMP protokolü desteği ile öne çıkan SockJs kütüphanesini tercih etmektedir. Bu çalışmada, Socket IO kütüphanesi tercih edilmiştir.

A. Socket IO

Socket IO'nun gerçek zamanlı olarak hemen hemen her tarayıcı ile (mobil cihazlar dahil) farklı iletişim protokollerine rağmen iletişim kurabilmesi çalışmada tercih edilmesinin sebebidir. Node Js platformunda oluşturulan sunucular üzerinde Socket IO kolaylıkla kullanılır. Socket IO kütüphanesinden oluşturulan socket nesnesi, sunucu üzerinde belirlenen portu dinlenmesi için ayarlanarak kullanıma hazır hale getirilir.

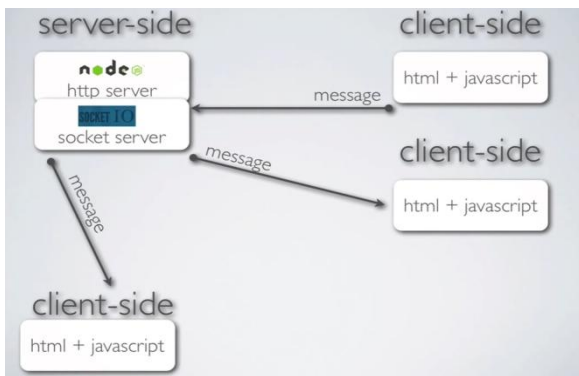
B. Gerçek Zamanlı Olay Modeli

Socket IO istemcinin bağlanma isteği ile websoket nesneleri oluşturur. Oluşturulan web soketler için istemci tarafından istek yapıldığında, sunucu tarafında dinlenen port ile istemci arasında kanal açar "Şek. 2".



Şek. 2 Socket IO istemci/sunucu bağlantı modeli

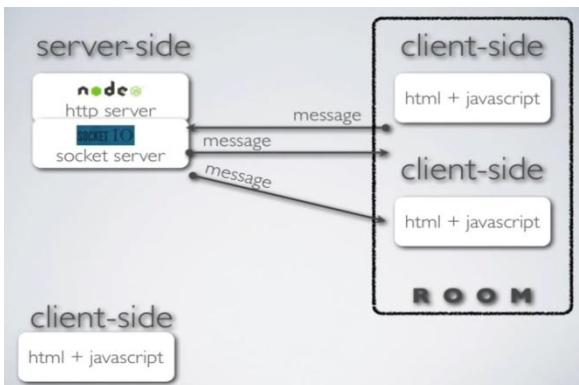
Açılan web sokete bağlanma isteğini gönderen tüm istemciler bu kanal vasıtasıyla veri iletişiminde bulunulur “Şek. 3”.



Şekil 3. Socket IO istemci/sunucu veri alış veriş modeli

Sokete bağlı istemciler ve sunucu arasında veri alış veriş gerçekleştirilen kanalda odalar açılabilir. Kanalda ve açılan odalarda “Multicast”, “Unicast” veya “Broadcast” olarak veri iletişimi gerçekleşir “Şekil 4”.

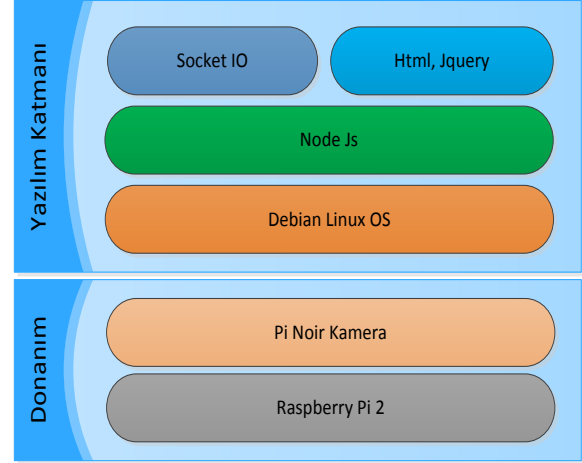
- 1) *Multicast*; Mesajın sadece istenilen istemcilere gönderilmesidir.
- 2) *Unicast*; Mesaj alış verişinin sadece istemci/sunucu arasında noktadan noktaya gerçekleşmesidir.
- 3) *Broadcast*; Mesajın kanaldaki tüm istemcilere gönderilmesidir.



Şekil 4. Socket IO istemci/sunucu veri alış veriş modeli 2

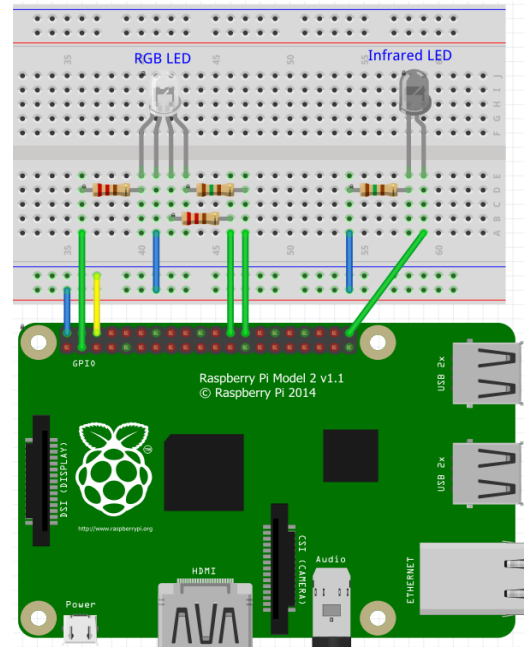
IV. RASPBERRY Pi 3 WEB SOKET KULLANARAK EŞ ZAMANLI YÜZ TESPİTİ

Uygulama için hazırlanan model donanım ve yazılım katmanları olarak ikiye ayrılmıştır “Şek. 5”. Uygulamanın donanım katmanında Raspberry Pi 3 ve Pi Noir kamera, yazılım katmanında Debian Linux, Node Js platformu kullanılmıştır.



Şek. 5 Uygulama Modeli

Pi Noir kamera, normal bir kameradan farklıdır. Kameranın kızılötesi ışın filtresi yoktur. Böylece kamerayla, ışığın farklı dalga boyutları da algılanabilir [8]. Kameranın bu özelliklerinin kullanımını sağlamak için Raspberry Pi kartın GPIO pinlerini kullanarak kızılötesi led ve rgb ledlerden oluşan devre kurulmuştur “Şek. 6”. Pertinaks kartın üzerine yerleştirilmiş ledler soket bağlantısı ve kullanılan yüz tanıma algoritmasının çalışması hakkında bilgi verir.

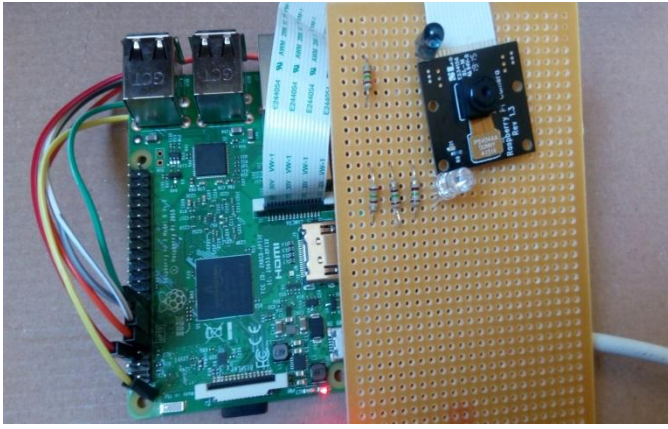


Şek. 6 Led devresi

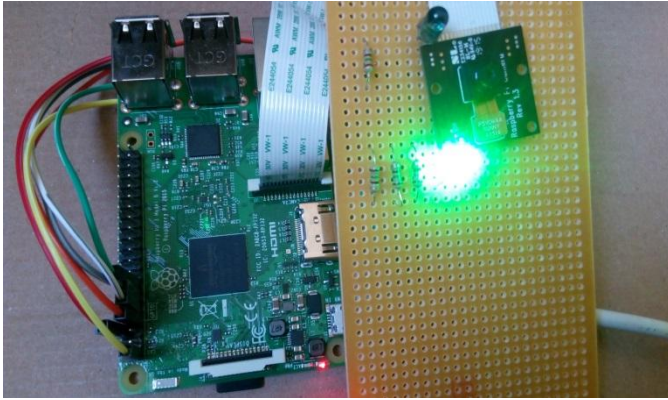
Devredeki ledlerin açılıp kapanma durumları kontrol eden program, Node Js platformunda kodlanmıştır. Kullanılan ledlerin tipleri ve renk anlamları:

- 1) *Kızılötesi led*: Gece çekimlerinde kullanılır.
- 2) *Rgb led mavi ışık*: Mor otesi ışınların görüntülenmesi için kullanılır.
- 3) *Rgb led yeşik ışık*: Web soket ve kameranın hazır konumda istemcileri beklediğini bildirir.
- 4) *Rgb led kırmızı ışık*: Oluşturulan sistemdeki hata oluşumlarını bildirir.

Oluşturulan donanım katmanını işlevsel hale getirmek için son olarak; Debian Linux işletim sistemi önyüklemeli (bootable) olarak Raspberry Pi kart ile uyumlu SD karta yazılmıştır. Pi Noir kamera Raspberry Pi kartın CSI girişine bağlanmış, kamerayı işletim sistemine tanıtacak ayarlar yapılmıştır “Şek. 7, Şek. 8”.



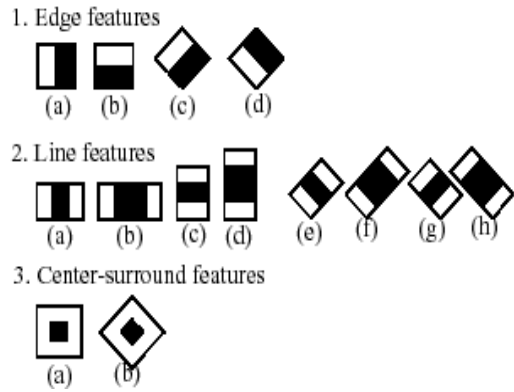
Şek. 7 Donanım uygulaması



Şek. 8 Çalışan uygulama

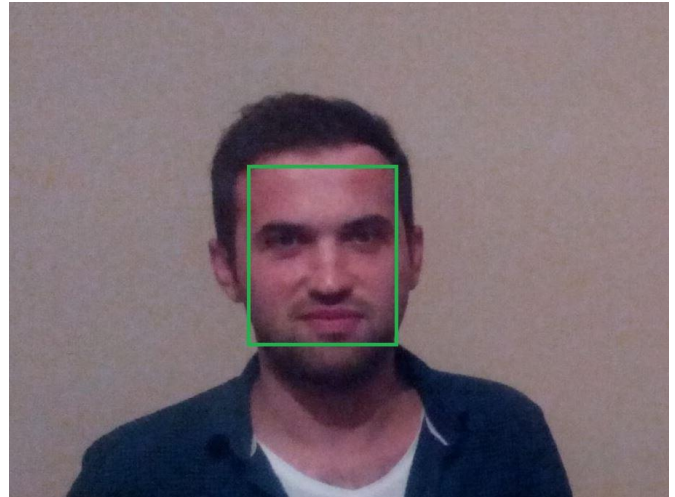
Raspberry Pi kartta Node Js platformu kurulumu yapılmış ve görüntü işlemede kullanmak üzere Open Cv kurulumu yapılarak yazılım geliştirme süreci kart üzerinde tamamlanmıştır. Open Cv; Node Js platformun da kullanılan haliyle Npm deposundan yüklenmiştir. Geliştirilen Node Js uygulamasında kameradan alınan görüntüler Open Cv’de işlenmiş ve web soket üzerinden html ara yüzünden bağlanan

istemcilere iletilmiştir. Alınan görüntülerden yüz tanıma işleminde Open Cv’nin Haar Cascade sınıflayıcısı kullanılmıştır. Haar Cascade sınıflayıcısı görüntü üzerinde nesnelerin bulunmasını sağlamak üzere Paul Viola ve Micheal Jones tarafından bulunmuştur. Aynı zamanda bu sınıflayıcısı; Viola ve Jones nesne bulma yapısı olarak da bilinir. Haar Cascade sınıflayıcısı; eğitim için içerisinde aranılan nesnenin bulunduğu pozitif resimlere ve içerisinde o nesnenin bulunmadığı negatif resimlere ihtiyaç vardır. Sınıflandırıcı eğitimde, pozitif resimlerdeki nesneleri, belirli büyüklerde ayarlanmış çerçevelerle tarayarak çerçeve içerisinde bulunan siyah bölgedeki piksel değerleri toplamı ile beyaz bölgedeki piksel değerleri toplamlarından karanlık aydınlık değerler kontrol edilerek belirli hedef değerler oluşturulur [10]. Oluşan bu öz niteliklere zayıf öz nitelikler denir “Şek. 9”.



Şek. 9 Öz nitelikler

Oluşan bu zayıf öz niteliklerin yoğun olarak toplandığı noktada yüksek olasılıkla aranılan nesne bulunur. Algoritma temel olarak bu esas ile çalışır. Algoritma, yazılan Node Js uygulamasına entegre edilerek Raspberry Pi 3 karta kurulan Node http server üzerinde çalıştırılıp işlenen video Raspberry Pi 3’ün sd kartına kayıt edilmiştir. Kayıt edilen videodan alınan kesit “Şek. 10”.



Şek. 10 Bulunan yüz

SONUÇLAR

Raspberry Pi gibi maliyet açısından ucuz ve elde etmesi kolay bir aygıt üzerine kurulan bu sistem, ilave herhangi bir yazılım geliştirmesi gerekmez, cep telefonundan veya herhangi bir web tarayıcıdan takip edilebilen gerçek zamanlı yüz tanıyarak video iletimi sunmaktadır. Bu sistem; güvenlik açısından, yetkilisinden başka müdahale edilmemesi gereken atm, elektrik panosu gibi yapıların kontrolünde alarm üretimi için yazılım geliştirmesi yapılarak kullanılabilir.

REFERANSLAR

- [1] (2016) The Element14 community website. [Online]. Available: <https://www.element14.com/community/community/raspberry-pi/raspberrypi2>
- [2] (2016) The Raspberry Pi Foundations website. [Online]. Available: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-2-model-b/>
- [3] Michal Kochláň, Michal Hodoň, Lukáš Čechovič, Ján Kapitulík and Matúš Jurečka, "WSN for traffic monitoring using Raspberry Pi board," Computer Science and Information Systems Conference, pp. 1023-1026, Sept. 2014.
- [4] (2016) Node Js Developer Platform website. [Online]. Available: <https://wiki.debian.org/WhyDebian>
- [5] (2016) DebianWiki website. [Online]. Available: <https://nodejs.org/en/about/>
- [6] (2016) High Scalability website. [Online]. Available: <http://highscalability.com/blog/2012/10/4/linkedin-moved-from-rails-to-node-27-servers-cut-and-up-to-2.html>
- [7] Malte Ubl and Eiji Kitamura. (2010) The Html5rocks website. [Online]. Available: <http://www.html5rocks.com/en/tutorials/websockets/basics/>
- [8] (2016) The Raspberry Pi Foundations website. [Online]. Available: <https://www.raspberrypi.org/products/pi-noir-camera/>
- [9] (2016) W3Schools website. [Online]. Available: <http://www.w3schools.com/>
- [10] (2016) Open Cv Documentation website. [Online]. Available : http://docs.opencv.org/2.4/modules/objdetect/doc/cascade_classification.html

Investigation of infrared behavior of cornelian cherry using artificial neural network methodology

Ayşegül Bani

Faculty of Engineering
Dept. of Chemical Engineering
İnönü University
Malatya, Turkey
baniaysegul@gmail.com

Ayşe Sarımeşeli Paçacı

Faculty of Engineering
Dept. of Chemical Engineering
İnönü University
Malatya, Turkey
ayse.sarimeseli@inonu.edu.tr

Mehmet Yuceer

Faculty of Engineering
Dept. of Chemical Engineering
İnönü University
Malatya, Turkey
mehmet.yuceer@inonu.edu.tr

Abstract— In this work, effect of infrared power output on drying behavior of cornelian cherry samples was investigated. All the experimental studies and theoretical calculations were carried out at 250-600 W infrared power outputs. It was noted that drying times varied within the range of 275-50 minutes respectively. Investigation of the present experimental data using artificial neural network methodology was successfully carried out.

Index Terms—ANN methodology, drying, infrared

I. INTRODUCTION

Drying is the most common type for preserving food materials. This process enhances the food stability, since it considerably reduces the water amount and microbiological activity of the material and minimizes physical and chemical changes during its storage [1].

There are many methods for drying foods such as solar drying, sun drying, convective air drying, freeze drying, spray drying, etc. Long drying times, weather uncertainties, high labor costs, large area requirement, insect infestation, contaminations with dust and other foreign materials, lack of ability to control the drying operation properly, etc are some of the well-known disadvantages of these methods, hence the researchers focused on developing new drying methods. One of them is infrared drying which has become very popular due to higher energy efficiency, shorter drying time and superior product quality compared to those observed in the conventional drying technologies [2].

The objective of this work was to determine the effect of infrared power output on drying of cornelian cherry fruits and to model the experimental drying data by using artificial neural network (ANN) methodology.

II. DRYING EQUIPMENT AND EXPERIMENTAL DETAILS

The experimental setup developed for infrared drying is shown schematically in Fig. 1. The dryer has three tungsten halogen lamps. The drying experiments were carry out at 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550 and 600 W infrared output powers.

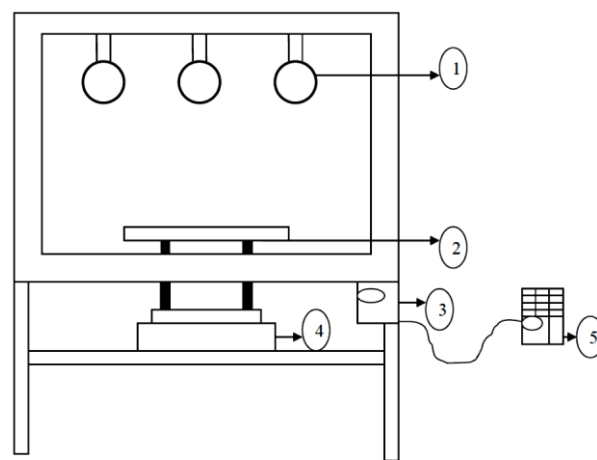


Fig.1. Schematic Diagram of Infrared Drying Equipment Used in This Study.

1. Infrared halogen lamp (250 W)
2. Drying tray
3. Dimmer
4. Digital balance
5. Wattmeter

III. THEORETICAL APPROACH

Eight different thin-layer drying models, namely, Page [3,4], Logarithmic [5], Midilli et al. [6], Newton [3], Wang & Singh [7], Henderson & Pabis [8], Two-term [9] and Verma [10,11] were used as shown in Table I in order to determine the moisture ratio as a function of drying time. The moisture ratio and drying rate of cornelian cherries were determined as follows:

$$M_R = \frac{M_t - M_e}{M_0 - M_e} \quad (1)$$

where M_R is the moisture ratio, M_t is the moisture content at a specific time (g/g (dry base)), M_0 is the initial moisture

content (g/g (dry base)), M_e is the equilibrium moisture content (g/g (dry base)), and t is drying time (min). The equilibrium moisture content (M_e) is relatively small compared with M_0 , especially for infrared drying. Accordingly, M_e was assumed to be zero for this study [12].

TABLE I. THE THIN-LAYER DRYING MODELS USED IN THE STUDY

Models	Equations
Page's	$M_R = \exp(-k \cdot t^n)$
Logarithmic	$M_R = a \cdot \exp(-k \cdot t) + b$
Midilli et al.	$M_R = a \cdot \exp(-k \cdot t^n) + b \cdot t$
Newton	$M_R = \exp(-k \cdot t)$
Wang & Singh	$M_R = 1 + a \cdot t + b \cdot t^2$
Handerson & Pabis	$M_R = a \cdot \exp(-k \cdot t)$
Two-term	$M_R = a \cdot \exp(-k_0 \cdot t) + b \cdot \exp(-k_1 \cdot t)$
Verma	$M_R = a \cdot \exp(-k \cdot t) + (1 - a) \cdot \exp(-g \cdot t)$

On the other hand, determination of the moisture ratio (M_R) of the samples was carried out as

$$M_R = M_i / M_0 \quad (2)$$

where M_i is the moisture content at a specific time (kg/kg dry base), M_0 is the initial moisture content.

Artificial Neural Network (ANN) is an information processing methodology imitating the behavior of a human brain. It was reported that the methodology emulates the operations and connectivity of biological neurons [13]. It performs a human-like reasoning, learns the attitude and stores the relationship of the processes based on a representative data set. Moreover, the neural networks do not require much of a detailed description or formulation of the underlying process. Hence, ANN has been successfully used in process modelling studies in recent years [14-22].

In developing the neural network model, the Neural Network Toolbox and MATLAB [23] was applied. A MATLAB script was prepared, which loaded the data file, trained and validated the network and saved the model architecture. Before and after the actual application in the network, the input and output data were normalized and then de-normalized.

The available data set was divided into two group as training and a test sets in order to develop an ANN model for the estimation of moisture ratio (MR). Only eventy percent of the data was used as the form of training class, while the remaining part was used as the test data. Therefore, 165 data

set out of 236 was used for training, and the remaining 71 data for testing. Two methods were tried as the training method. One of them was Levenberg-Marquardt backpropagation, called as *trainlm* code in Matlab, the other was Bayesian regulation backpropagation, called as *trainbr* code in Matlab. Despite the former requires more memory than other algorithms, it is generally the fastest back propagation algorithm, and is highly recommended as a first-choice supervised algorithm. Moreover, it minimizes a combination of squared errors and weights, and determines the correct combination to produce a well generalized network. On the other hand the latter is a network training function that updates the values of weight and bias according to Levenberg-Marquardt optimization algorithm. In order to randomize the drying data, *randperm* code was used in Matlab. The sequence of numbers produced by *randperm* is determined by the internal settings of the uniform random number generator. These data were saved at workspace under the Matlab and both training methods have been implemented on training data and test data. It was seen that correlation coefficient (R) values recorded for Levenberg-Marquardt method were higher compared to those for Bayesian regulation in the training stages. Hence the Levenberg-Marquardt method is observed to give better results for the present data. The performance function was the sum of the squares of the difference between ANN output and experimental analysis results.

A feed-forward neural network structure was chosen for modelling purposes. The hidden layer has thirty tangent sigmoid neurons while the output layer has only one linear neuron.

The performance function was obtained using the mean squared error. The network was trained for a maximum of 5000 epochs. During the process of training, the number of hidden layers, the number of neurons in the hidden layer, training accuracy and number of epochs were found by trial and error. After generating sets of training patterns, an appropriate ANN architecture and associated parameters must be chosen for the particular application. Number of the hidden layers and neurons in each layer, and neuron processing functions are the main design parameters. The choice of these parameters will depend on the complexity of the system being modelled and affect the accuracy of the model. However, there is no exact guide for the choice of the numbers. Three parameters, namely correlation coefficient (R), mean absolute percentage error (MAPE, %) and root mean square error (RMSE) values were utilized during the evaluating of the performance of the models. The statistical values were determined as follows:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}} \quad (3)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (y_i - x_i)^2}{N}} \quad (4)$$

$$\text{MAPE (\%)} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left(\left| \frac{y_i - x_i}{x_i} \right| \right) \cdot 100 \quad (5)$$

where x_i is an observed value at the i^{th} time step, y_i is a simulated value at the same moment of time, N is the number of time steps, $\bar{x}$ is the mean value of observations and $\bar{y}$ is the mean value of simulations.

IV. RESULTS AND DISCUSSIONS

It was found that the moisture content is affected by the infrared power output and drying time of the cornelian cherries

was significantly reduced from 275 to 50 min by increasing the power output from 250 to 600 W as can be seen in Fig. 2.

The regression analysis was carried out for the eight drying models relating the drying time and moisture ratio for various infrared power outputs. The model coefficients are shown in Table II with the coefficients of correlation, chi-square (χ^2), root mean square error (RMSE) and R^2 values. Amongst these models, Page model gave a very good fit for all the experimental data obtained in this study.

TABLE II. STATISTICAL RESULTS OBTAINED WITH THE SELECTED MODELS

Models	P(W)	Estimated parameters				χ^2	RMSE	R^2
Page's	250	k=0.0001	n=1.7956			1.5826×10^{-5}	0.0038	0.9994
	400	k=0.0005	n=1.7698			1.9246×10^{-5}	0.0040	0.9996
	600	k=0.0009	n=2.1059			1.3764×10^{-5}	0.0033	0.9999
Logarithmic	250	k=0.0011	a=4.2770	b=-3.2129		0.0007	0.0253	0.9753
	400	k=0.0020	a=5.3182	b=-4.2495		0.0011	0.0294	0.9794
	600	k=0.0150	a=2.0517	b=-9.5756		0.0044	0.0580	0.9749
Midilli et al.	250	k=-0.0211	a=1.0058	b=-0.0068	n=0.5233	0.00012	0.0099	0.9960
	400	k=-0.0326	a=1.0056	b=-0.0136	n=0.4747	0.00014	0.0102	0.9975
	600	k=0.0009	a=1.0000	b=-4.4x10 ⁻⁶	n=2.1062	8.4881×10^{-6}	0.0023	1.0000
Newton	250	k=0.0045				0.0026	0.0500	0.9562
	400	k=0.0109				0.0043	0.0636	0.9520
	600	k=0.0372				0.0161	0.1217	0.9453
Wang & Singh	250	a=-0.0015	b=-2.7553x10 ⁻⁵			3.35×10^{-7}	0.0005	1.0000
	400	a=3.65x10 ⁻⁵	b=9.1219x10 ⁻¹¹			0.1312	0.3354	0.9839
	600	a=-0.0103	b=8.4232x10 ⁻⁵			0.0055	0.0677	0.9730
Henderson & Pabis	250	k=0.0055	a=1.0768			0.0013	0.0350	0.9496
	400	k=0.0131	a=1.0885			0.0027	0.0488	0.9438
	600	k=0.0430	a=1.1651			0.0127	0.1028	0.9294
Two-term	250	k ₀ =0.0055	a=0.9990	b=0.0778	k ₁ =0.005 5	0.0014	0.0350	0.9496
	400	k ₀ =0.0211	a=1.0248	b=0.0636	k ₁ =0.013 1	0.0034	0.0488	0.9438
	600	k ₀ =0.0211	a=0.0666	b=1.0984	k ₁ =0.043 0	0.0158	0.1028	0.9294
Verma	250	k=0.0111	a=2.2080	g=0.0214		2.2073×10^{-5}	0.0043	0.9992
	400	k=0.0111	a=2.2080	g=0.0214		0.0001	0.0106	0.9974
	600	k=0.0111	a=2.2080	g=0.0214		0.0062	0.0684	0.9712

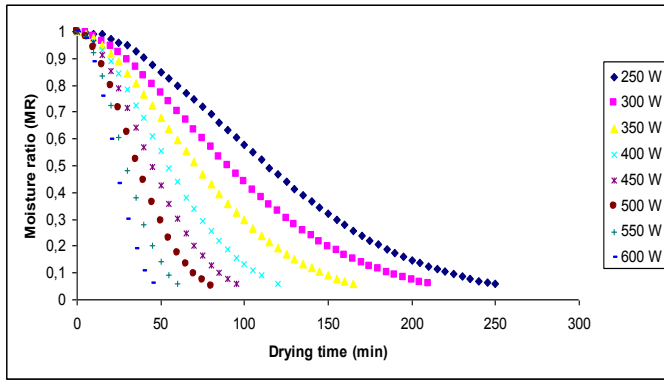


Fig. 2. Variation of moisture ratio of cornelian cherry during the infrared drying process.

The ANN model results and the behavior of the network for the test data is shown in Fig. 3 and 4 respectively. As can be clearly seen from Fig. 4, the network model results are compatible with the experimental observations.

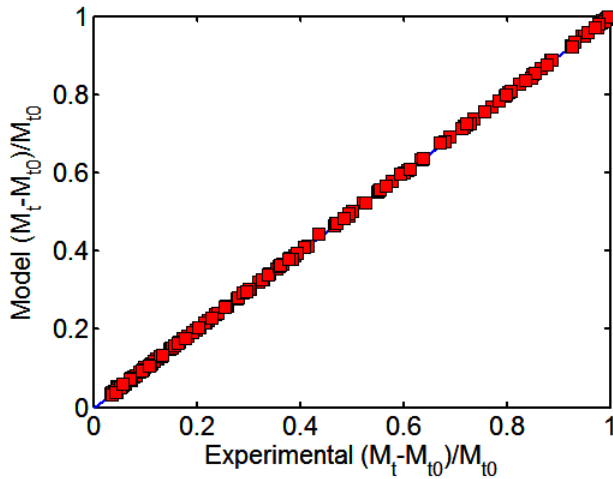


Fig. 3. ANN training results: predicted M_R (moisture ratio) versus measured values.

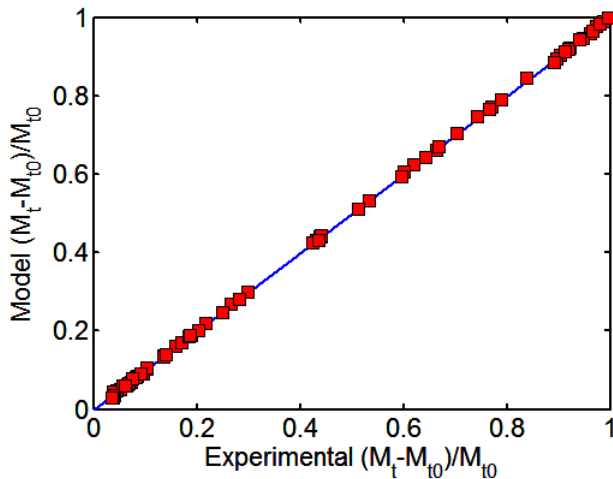


Fig. 4. ANN test results: predicted M_R (moisture ratio) versus measured values.

The statistical results can be seen in Table III. A higher value of the correlation coefficient and the smaller values of MAPE (%) and RMSE shows higher performance model. Therefore, the correlation coefficients calculated for training and testing of the network in the table were 1.0. The MAPE (%) values for training and testing of the network were found as 0.7843 and 1.9141 %, respectively. The results showed that ANN model was quite successful in predicting the moisture ratio obtained from the drying process of cornelian cherry fruits.

As can be seen from this study, drying models give different model parameters as the power output value changes, whereas ANN methodology results in a general drying behavior at all power values. Therefore, ANN methodology has a great advantage of being general over the widely used thin-layer drying models reported in literature. In return this makes ANN attractive in drying and modeling studies and also it seems to promise high benefits in the use and automation of large-scale industrial applications.

TABLE III. PERFORMANCE INDICES ACHIEVED USING ANN DURING THE TRAINING AND TEST PERIODS

	R	MAPE (%)	RMSE	MSE
Training	1.0000	0.7843	0.0018	3.13×10^{-6}
Test	1.0000	1.9141	0.0027	7.05×10^{-6}

REFERENCES

- [1] M.S. Hatamipour, H.H. Kazemi, A. Nooralivand, A. Nozarpour, "Drying characteristics of six varieties of sweet potatoes in different dryers," Food Bioprod Process, vol. 85(C3), pp.171–177, September 2007.
- [2] S. Nasıroğlu, H. Kocabıyık, "Thin-layer infrared radiation drying of red pepper slices", Journal of Food Process Engineering, vol. 32, pp. 1–16, February 2009.
- [3] S. Karaaslan ve İ. K. Tuncer, "Kırmızı biberin fan destekli mikrodalga ile kurutulmasında kuruma karakteristiklerinin incelenmesi ve uygun kuruma modelinin belirlenmesi", KSÜ Doğa Bil. Derg., vol. 12(2), 2009.
- [4] İ. Doymaz, "Infrared drying of sweet potato (Ipomoea Batatas L.) slices", J. Food Sci. Technol., vol. 49(6), pp. 760–766, December 2012.
- [5] I.A.Ozkan, B. Akbudak, N. Akbudak, "Microwave drying characteristic of spinach", Journal of Food Engineering, vol. 78, pp. 577-583, January 2007.
- [6] A. Kaya, O. Aydın, "Kurutma havası sıcaklığının kızılciğin kuruma süresi ve sorpsiyon eğrisine etkisinin deneysel incelenmesi", Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi, vol. 28(2), pp. 45-49, 2008.
- [7] C.Y. Wang, R.P. Sing, "A single layer drying equation for rough rice", Am Soc Agr Eng., pp. 78-3001, St. Joseph, MI; 1978.

- [8] S.M. Handerson, S. Pabis, "Grain drying technology: I. Temperature effect on drying coefficient", *J. Agr. Eng. Res.*, vol. 6(3), pp. 169–74, 1961.
- [9] P.S. Madamba, R.H. Driscoll, K.A. Buckle, "The thin-layer drying characteristics of garlic slices", *Journal of Food Engineering*, vol. 29 (1), pp. 75–97, July 1996.
- [10] L.R. Verma, R.A. Bucklin, J.B. Endan, F.T. Wratten, "Effects of drying air parameters on rice drying models", *Transactions of the ASAE*, vol. 28, pp. 296–301, January 1985.
- [11] C. Ertekin, O. Yaldiz, "Drying of eggplant and selection of a suitable thin layer drying model", *Journal of Food Engineering*, vol. 63, pp. 349–359, August 2004.
- [12] İ. Doymaz, "Infrared drying kinetics and quality characteristics of carrot slices", *Journal of Food Processing and Preservation*, vol. 39, pp. 2738 – 2745, December 2015.
- [13] R.M. Golden, *Mathematical Methods for Neural Network Analysis and Design*, MIT Press, Cambridge, MA., 1999.
- [14] S. Haykin, *Neural Networks, A Comprehensive Foundation*, Prentice Hall Inc., Upper Saddle River, NJ., 1999.
- [15] Y.S. Cakmak, I.H. Boyaci, "Quality evaluation of chickpeas using an artificial neural network integrated computer vision system", *Int. J. Food Sci. Technol.*, vol. 46(1), pp. 194–200, January 2011.
- [16] T. Karadağ, M.Yüceer, T. Abbasov, "A large-scale measurement, analysis and modelling of electromagnetic radiation levels in the vicinity of GSM/UMTS base stations in an urban area", *Radiation Protection Dosimetry*, vol. 168, pp. 134–147, January 2016.
- [17] E. Karadurmus, M. Cesmeci, M. Yuceer and R. Berber, "An artificial neural network model for the effects of chicken manure on ground water", *Appl. Soft Comput.*, vol. 12, pp. 494–497, January 2012.
- [18] A.R. Khataee, A.R. Dehghan, G. Zarei, M. Ebadi, E. and M. Pourhassan, "Neural network modeling of biotreatment of triphenylmethane dye solution by a green macroalgae", *Chem. Eng. Res. Des.*, vol. 89, pp.172–178, February 2011.
- [19] U. Siripatrawan, and P. Jantawat, "Artificial neural network approach to simultaneously predict shelf life of two varieties of packaged rice snacks", *Int. J. Food Sci. Technol.*, vol. 44, pp. 42–49, January 2009.
- [20] M. Yuceer, "Artificial neural network models for HFCS isomerization process", *Neural Comput. Appl.*, vol. 19, pp. 979–986, October 2010.
- [21] A. Sarimeseli, M. Yuceer, "Investigation Of Infrared Drying Behaviour of Spinach Leaves Using ANN Methodology and Dried Product Quality", *Chemical and Process Engineering*, vol. 36 (4), pp. 425-436, December 2015.
- [22] A. Sarimeseli, M.A. Coskun, M. Yuceer, "Modeling microwave drying kinetics of thyme (*Thymus Vulgaris* L.) leaves using ANN methodology and dried product quality", *Journal of Food Processing and Preservation*, vol. 38 (1), pp. 558-564, February 2014.
- [23] The Mathworks Inc., 2009, <http://www.mathworks.com>.

The Comparison of Different Types EEG Signals

Duygu KAYA, Mustafa TURK

Department of Electrical- Electronics Engineering, Firat University

Elazig, Turkey

{dgur, mturk}@firat.edu.tr

Abstract— EEG signals received from brain surface have low amplitude, frequency band and non-stationary character. The other electrical signals in the environment and other signals originated from the voluntary and involuntary movements of subject may cause additional noise to the EEG signal. So the EEG signals need to be accurately measured. In this study, three set of EEG data compared, epileptic zone absence of seizure, out of epileptic zone absence seizure and epileptic zone with seizure respectively. The method used is based on discrete wavelet transform (DWT) to analysis EEG signals and frequency spectrum of the signals to decide frequency and amplitude density for this three state. Firstly, EEG signals were decomposed into approximation and detail coefficients by DWT and then Fast Fourier Transform (FFT) are extracted for frequency spectrum. Thus, it was aimed to compare the frequency band and amplitude changing of signals concentrated intended.

Index Terms— Discrete Wavelet Transform; EEG; epilepsy; Fast Fourier Transform.

I. INTRODUCTION

The brain is the most important organ that serves as the center of the nervous system, which insures body control and regulation of the activities, interprets sensory orders and is transmitted to the relevant muscles and organs. During the brain activity, both continuous rhythmic electrical potentials and receptor activity caused by electrical potentials occurs. The recording process of these electrical potential is called Electroencephalography (EEG) [1]. EEG is bioelectrical signal and its frequency components are extremely important. EEG signals received from brain surface by electrodes have low amplitude and low frequency band. EEG signals are achieved by means of electrodes placed around the skull. The frequencies and amplitudes are range from 0.5-100 Hz and 5-400 μ V, respectively. The brain waves are usually classified into four groups for normal persons. The delta waves are below 3.5 Hz and occur in deep sleep. The theta waves are between 4 and 7 Hz and occur in stress. The alpha waves are between 8 and 13 Hz and occur in awake and resting of state. The beta waves that include between 13 and 30 Hz and are influenced all of the brain activity [2]. As long as the level of brain activity increases, EEG wave frequency increases and amplitude decreases.

EEG signals can provide information on disorders of the

nervous system [3]. Epileptic seizures which are the nerve cells within the brain to make an unusual electrochemical discharge are caused neurological diseases [4,5]. Epileptic seizures result from excessive and uncontrolled propagation of electrical activity in the brain [6] and by influencing human behaviour and movement causes a temporary loss of consciousness [7]. Epileptic waveforms are similar in some brain disorders. The prediction of seizures and the treatment of diseases are very important for Epilepsy detection in the EEG signals. The spike waves located in EEG signals are interpreted by experts. People who suffer from epilepsy to decide whether or not based on observation with long-term experience [8]. This process will take a lot of time in order to facilitate the interpretation of the signals have been many studies in the literature.

Fourier Transform is one of the most widely used methods to obtain frequency information of the time domain signal. The non-stationary signals are one whose frequency changes over time, but stationary signals are not. Thus, the spike pulses occurring in the non-stationary signals are very important in terms of diagnostics. In this case, it may be important for special spectral components in which time interval occurs. Therefore, Short Time Fourier Transform (STFT) has been developed which is function of the conversion frequency. So, frequencies in the signal can be separated and time interval knowledge is achieved. Since STFT provided a fixed resolution for each frequency, Wavelet Transform (WT) was developed for non-stationary signals. WT created a bridge between time and frequency domain [9]. Continuous Wavelet Transform was used to detect transient station in the signal and to extract time-frequency analysis [10]. EEG signals were separated into approximation, detail coefficients and entropy value was calculated based on DWT and entropy method to facilitate diagnosis [11]. EEG signals were divided into slices 1 second by DWT. Then, obtained coefficients trained by Neural Networks and epilepsy detection algorithm developed [12]. To extract epileptic features from EEG signals automatically, Genetic Algorithm (GA) and WT combination was used [8].

In addition to this analysis, the analysis of the signals is made with digital filters. Digital filter is the most commonly used elements in digital signal processing. According to the

impulse response, digital filters are divided into two groups which are infinite impulse response (IIR) and finite impulse response (FIR). Each type of filter has several advantages and disadvantages. Window function which used in FIR filter design is widely used in signal analysis, digital filter design, audio processing [13]. The best window function varies depending on application types [14]. The optimization technique performance also has been evaluated using the window function [15].

The purpose of our work is to compare EEG data were received from epileptic zone absence of seizure, out of epileptic zone absence of seizure and epileptic zone with seizure respectively. For this aim, the method based on the decomposition of the EEG into sub-frequency bands using DWT and extraction of the frequency spectrum by FFT is presented. At this study, EEG data recorded from epilepsy person. Thus, it was aimed to detect changing of frequency-amplitude values by comparing the frequency band of signals concentrated intended. The sampling the rate of the data that used in the study is 173.61 Hz and each txt file consists of 4096 samples of one EEG time series and this data is obtained from in the web site of Bonn University [16].

II. MATERIAL AND METHODS

EEG signals received from brain surface have low amplitude and low frequency band and are non-stationary biological signals. EEG recordings requires sensitive measurement as other biological signal (Electrocardiography-ECG, Electrogastrography-EGG, Electromyography-EMG etc.). Due to other electrical signals found in the environment, as well as lead to deterioration in the EEG signal originating from the person intentional or unintentional movements which may cause additional noise. For this study, to denoise and to analyze these signals is firstly three data set were filtered with bandpass filter, secondly the approximation coefficients obtained with DWT and finally signals interpreted by FFT.

A. Fourier Transform

Fourier transform has many applications in physics and engineering which is a tool for time-frequency transform of continuous and discrete-time signals and systems [17-19]; it can research time domain or frequency domain of the signal respectively, but cannot combine them together [20]. With FT, $x(t)$ signal is multiplied by complex multiplier all time interval and then collected. Finally, $X(\omega)$ Fourier coefficients is achieved.

Frequency of the stationary signal is fixed over time, but non-stationary is not. So, the FT gives frequency knowledge for stationary signals. For non-stationary signals FT is inefficient. Thus, STFT was developed by Dennis Gabor in 1946. With this method, a signal is cut by a usually compactly supported window function into parts, and the FT is analyzed for every cut. The window is translated by a chosen step along the time axis to cover the entire time domain. The STFT uses a single window for all frequency components, which does not

allow one to determine the locations where the frequencies are present. Hence, wavelet transform was developed to overcome this deficiency.

B. Wavelet Theory

Wavelet means small wave that is an oscillation that decays quickly. Morlet, in 1982 put forward the idea of wavelet transform for wave analysis. Wavelet properties have been actively pursued as an analytical tool for mathematicians, signal analysts and engineers.

The wavelet analysis is a time-frequency analysis method of signal, with the characteristics of multi-resolution analysis. It has advantages with reference to Fourier analysis in case of sharp rise and discontinuity [21,22].

In literature, CWT, DWT and wavelet transformation series (WTS) is located. CWT is defined by,

$$X_{WT}(\tau, s) = \frac{1}{\sqrt{|s|}} \int x(t) \cdot \psi^* \left(\frac{t - \tau}{s} \right) dt \quad (1)$$

$\psi(t)$ is mother wavelet, s is the scaling parameter which measures the degree of compression and τ is the translation parameter which determines the time location of the wavelet. DWT is used for decreasing computational load with regard to CWT. If scaling and translation is selected powers of two, the analysis gives more effective results than the CWT.

III. APPLICATION

In this study, to decompose of the EEG into sub-frequency bands and to extract of the frequency spectrum was used DWT and FFT, respectively. For detecting frequency-amplitude changing from EEG data recorded from in epileptic zone absence of seizure, out of epileptic zone absence of seizure and in epileptic zone with seizure, respectively. Thus, it was aimed to diagnose illness by comparing the frequency band of signals concentrated intended. The data used for the study, filtered 0.5-85 Hz, the sampling frequency is 173.61 Hz [16].

Firstly, Figure 1 shows EEG signals that in epileptic zone absence of seizure, out of epileptic zone absence of seizure and in epileptic zone with seizure.

According to the signals, the epileptic one has spike waves and it is apparent that the waves are high amplitude. Due to frequency range of the EEG signal is evaluated in 0.5-100 Hz; the band-pass filter has been used to eliminate unnecessary frequency components for each (Figure 2).

Then, using wavelet transform method EEG signals has passed through the low and high pass filters. The approximation (cA) and the detail (cD) coefficients are obtained. Whereas cA coefficients contain less noise than the original signal, cD coefficients represent the coefficients of high frequency noise. In this study, as wavelet family and level of decomposition are Daubechies and 3 are used, respectively. Figure 3 shows the decomposition of EEG signals at 3 levels. Each level corresponds to the filtering. At 3

level, separated into low and high frequency components of EEG signals shown in Figure 4.

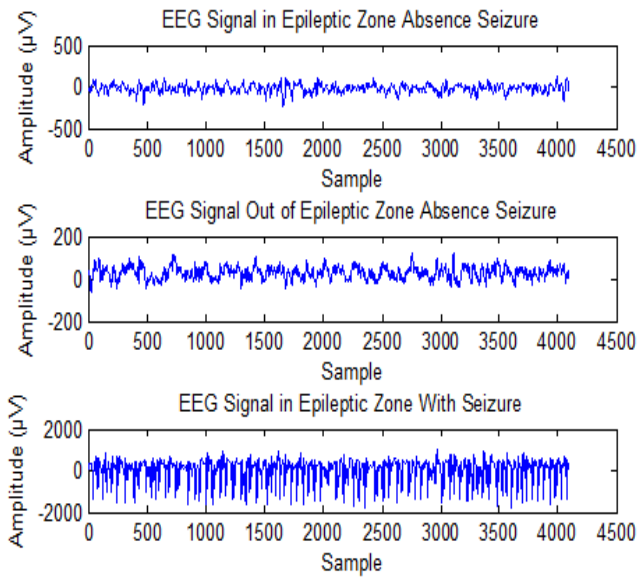


Figure 1. EEG signals

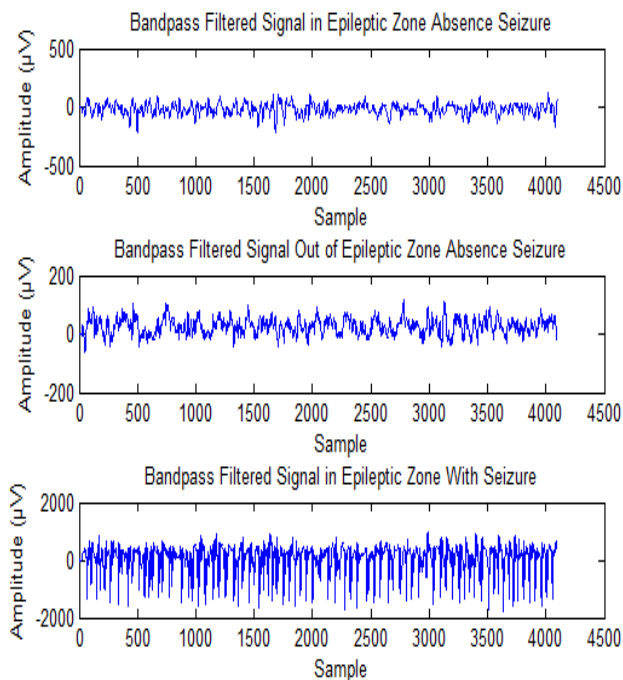


Figure 2. Bandpassed filtered signal

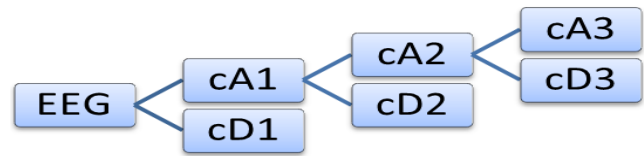


Figure 3. Decomposition of EEG signals at 3 level

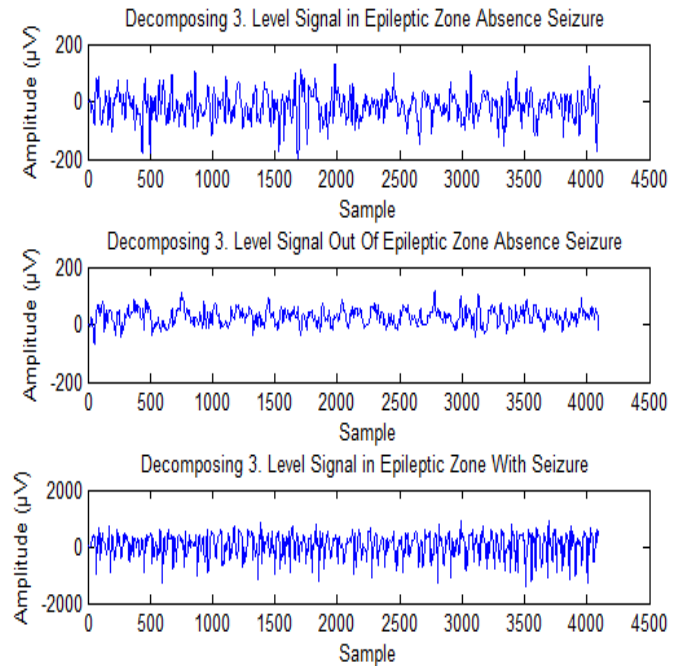


Figure 4. Decomposition of EEG signals at 3 level

In order to confirm pathological signals for separated signal, from time domain to the frequency domain must have passed. For this, FFT is applied to approximation coefficients to extract frequency spectrum. At frequency domain EEG signals shown in Figure 5.

At epileptic signal between 0 and 10 Hz frequency with high amplitude peaks exist. Also frequencies of alpha and theta waves are effectively seen. With this study, we can conclude that alpha and theta waves can give significant information detection of epilepsy. As seen the frequency spectrum graphics, at the moment in epileptic seizure EEG signal has the highest amplitude. The seizure is the result of sudden electrical activity in the brain bursts. This causes the brain to stop temporarily the message or mixing. Symptoms vary with each seizure type is in the muscle twitching, convulsions, memory loss, eye twitching, muscle hardening or loosening, blank stare, and the loss of consciousness. So amplitude increases. Secondly, in epileptic zone absence of epileptic seizures amplitude is higher than out of epileptic zone absence of epileptic seizures.

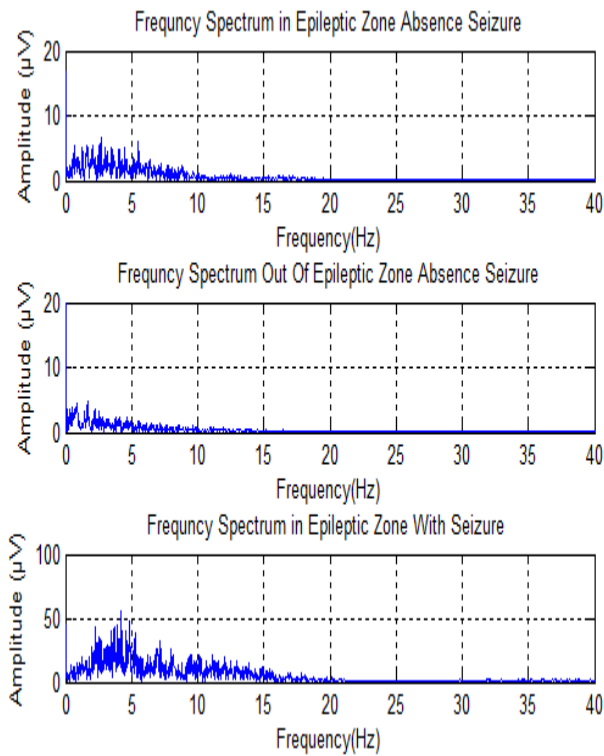


Figure 5. Frequency spectrum of EEG signals

IV. CONCLUSIONS

EEG signals that make up the alpha, beta, theta, delta waves, with not eliminated the frequency components present in the both normal signal and epileptic signals. In addition to, at epileptic signal between 0 and 10 Hz frequency with high amplitude peaks exist. When both signals are examined, the amplitude of epileptic EEG signal is seen to be higher than normal EEG, in the entire frequency spectrum. Also, frequencies of alpha and theta waves are effectively to detect epileptic seizures. Thus, it was considered to facilitate diagnosis disorders by comparing the frequency band of signals concentrated intended for physician.

In this study, three set of EEG data compared, epileptic zone absence of seizure, out of epileptic zone absence seizure and epileptic zone with seizure respectively. Also this, in the absence of seizures and in seizure of the moment they changes to show such amplitude of the EEG signal. The amplitude is high in the epileptic region whereas the amplitude is low out of the epileptic region.

With this study, an analysis method was developed for easily interpretation of EEG signals that received from different zone. Thus, it is intended to facilitate interpretation of the received signal. In addition, a preliminary has been done for the classification of these signals with intelligent calculation method for future.

- [1] D.Gur, T.Kaya, M.Turk, "Analysis of Normal and Epileptic EEG Signals with Filtering Methods", *SIU 2014, Trabzon/Turkey*.
- [2] M. M. Shaker, "EEG Waves Classifier using Wavelet Transform and Fourier Transform", *Journal of Medical, Pharmaceutical Science and Engineering Vol:1 No:3, 2007*.
- [3] J. Bhattacharya and H. Petsche, "Universality in the brain while listening to music", *Proc. Royal Society Lond. B., No. 268, 2001*, pp (2423-2433).
- [4] S. Sanei and J. A. Chambers, *EEG signal processing*, Wiley-Interscience, 2007.
- [5] Güzel S., Kaya T. Güler H., "Uyku Evrelerinin Belirlenmesinde EEG Sinyallerinin Labview Tabanlı Analizi", *IEEE 23. Sinyal İşleme ve İletişim Uygulamaları Kurultayı, SIU 2015 Malatya, 2015*.
- [6] D. Easwaramoorthy and R. Uthayakumar, "Analysis of Biomedical EEG Signals Using Wavelet Transform and Multifractal Analysis", *Communication Control and Computing Technologies (ICCCCT) IEEE International Conference, Ramanathapuram, 2010*.
- [7] A.H.Siddiqi, H. K. Sevindir, C. Yazıcı, A. Kutlu and Aslan Z., "Spectral Analysis of EEG Signals by Using Wavelet and Harmonic Transforms", *The Fifth International Symposium on Wavelets Applications to World Problems, 2010*.
- [8] Z. Haydari, Y. Zhang and H.S. Zadeh, "Semi-Automatic Epilepsy Spike Detection from EEG Signal Using Genetic Algorithm and Wavelet Transform", *IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine Workshops, Atlanta, GA, USA, 2011*.
- [9] Habibi, A., "Introduction to Wavelets", *MILCOM'95, Conference Record, IEEE, Aerosp. Corp., Los Angeles, CA, USA, Vol.2, pp.879-885, 1995*.
- [10] R. Sankar and J. Natour, "Automatic computer analysis of transients in EEG" *Computers in biology and medicine*, 22(6), 1992, p.407-422
- [11] H. Ocak, "Automatic detection of epileptic seizures in EEG using discrete wavelet transform and approximate entropy" *Expert Systems with Applications*, 2009, p. 2027-2036.
- [12] H. S. Park, Y. H. Lee, N.G. Kim, D. S. Lee and S. I. Kim, "Detection of epileptic form activities in the EEG using neural network and expert system" *Studies in health technology and informatics*, 9(2), 1998, p. 1255-1259.
- [13] Antoniou A., "Digital Signal Processing: Signal, Systems, and Filters", McGraw-Hill, 2005.
- [14] T. Kaya, M.C. Ince. "The FIR Filter Design By Using Window Parameters Calculated With GA" *ICSCCW 2009-Fifth International Conference on Soft Computing, Computing with Words and Perceptions in System Analysis, Decision and Control, September 2-4 2009, North Cyprus*.
- [15] T. Kaya., Ince M. C., "Design of FIR Filter Using Modeled Window Function With Helping of Artificial Neural Networks" *Journal of The Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, Volume 27-Number 3, pp.599-606, September 2012*.
- [16] http://epileptologiebonn.de/cms/front_content.php?idcat=193&lang=3&changelang=3.
- [17] S.Zhu and W. Ma, "Research of Power Harmonic Detection Based on FFT and Wavelet Transform", *Electrical and Control Engineering (ICECE), 2011 International Conference, Yichang, 2011, p. 1177-1180*.
- [18] O. Ersoy, *Fourier-Related Transform, Fast Algorithms and Applications*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1997.
- [19] A. M. Grigoryan and S. S. Agaian, *Multidimensional Discrete Unitary Transforms: Representation, Partitioning and Algorithms*. New York: Marcel Dekker, 2003.

- [20] Z. Fusheng and G. Zhongxing, The algorithm of interpolating windowed FFT for harmonic analysis of electric power system. IEEE Transactions on Power Delivery, 2001 (2): pp160-164.
- [21] L. F.Araghi, "A New Method for Artifact Removing in EEG Signals" Proceedings of the International Multiconference of Engineers and Computer Scientists, Hong Kong, China, 17–19 March 2010; pp. 420–423.
- [22] Guzel Aydın S., Kaya T., Guler H., "Wavelet-based study of valence–arousal model of emotions on EEG signals with bVIEW", Brain Informatics, pp,1-9, Springer, 2016

R Programlama Dili ve Apriori Algoritması Kullanılarak Market Sepet Analizi

Market Basket Analysis Using R Programming Language and Apriori Algorithm

Furkan Öztemiz
Computer Engineering
Inonu University
Malatya, Turkey
furkanoztemiz@gmail.com

Serdar Ethem Hamamci
Electrical and Electronics Engineering
Inonu University
Malatya, Turkey

Özet—Günümüzde veri madenciliğinin popülerleşmesi ve gelişmesi, büyük verilerin daha yorumlanabilir ve yönetilebilir olmasının önünü açmıştır. Veri madenciliği yöntemleri hemen hemen her sektörde aktif olarak kullanılmaktadır. Büyük verilerin analiz edilmesi için birçok veri madenciliği yöntemi üretilmiştir. Bu çalışmada, market sektörü üzerine çözümler ortaya koymak amacıyla, bir marketten alışveriş esnasında müşterilerin aldıkları ürünler için birliktelik kuralı yöntemleri kullanılarak ürünler arasındaki tercih ilişkilerinin elde edilmesi amaçlanmaktadır. Böylece ürünlerin aynı sepette tercih edilme oranlarının bulunması ve müşterilerin çapraz satın alma alışkanlıklarının analiz edilmesi mümkün olmaktadır. Elde edilen bu sonuçların müşterilerin meslek, okuryazarlık vb gibi müşteri kartındaki kişisel bilgileri ile ilişkilendirilmesi, bu çalışmanın literatüre sağlayacağı en önemli katkı olacaktır. Çalışmada kullanılan veriler bir marketin 2014 yılı müşteri kartları ile yapılan satış hareketlerini kapsamaktadır.

Anahtar sözcükler—Veri madenciliği, birliktelik kuralı, Apriori algoritması, market sepet analizi.

Abstract—Nowadays, popularization and development of data mining have caused to be more interpretable and manageable of big data. The data mining methods are used in almost every sector actively. For analyzing the big data, many data mining methods have been produced. In this study, with the purpose of presenting solutions on the market sector, obtaining of the preference relationships among the products using association rule methods for the products that the customers purchase during the shopping from a market is aimed. Thus, it is possible to find preference rates of the products in the same basket and to analyze the cross-buying habits of the customers. Relating these results with personal information in the customer card such as job and literacy is the most important contribution to the literature of this study. The used data includes the sales movements of a market in 2014.

Index Terms—Data mining, association rule, Apriori algorithm, market basket analysis.

I. GİRİŞ

Günümüzde hemen hemen her sektörde işlenmesi gereken veri boyutlarının inanılmaz derecede büyümüş olması önemli bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır [1]. Bu verilerin

yönetilebilir ve anlaşılabilir olması için çeşitli analiz teknikleri geliştirilmiştir [2]. Bu analiz teknikleri ve yöntemleri veri madenciliği çatısı altında toplanmıştır. Veri madenciliği, veri işleme sonrası ortaya çıkan sonuçların daha anlaşılır ve yorumlanabilir olması, ilgili verilerin ileriye dönük bilgiler vermesi ve sağlıklı tahminler yapabilme imkanını sağlaması nedeniyle günümüzün vazgeçilmez araçlarından biri haline gelmiştir. Veri madenciliği yöntemleri birçok sektörde büyük verilerin analiz edilerek anlaşılabilir hale getirilmesinde kullanılır [3]. Perakende ve toptan ticaret, sağlık, ulaştırma, taşımacılık ve bankacılık gibi birçok alan bu sektörlere örnek olarak verilebilir [4].

Veri madenciliği yöntemleri: 1. Sınıflama, 2. Kümeleme, 3. Birliktelik Kuralları ve 4. Ardışık zamanlı örüntüler olmak üzere dört alt başlık altında ifade edilebilirler. Bu yayında da kullanılacak olan birliktelik kuralı yöntemleri, niteliklerin birbirleri arasındaki bağlantıları ve birbirlerine olan bağımlılıklarını ortaya çıkarmaktadır [5].

Bu çalışmada birliktelik kuralı yöntemleri kullanılarak market sepet analizi [6] olarak bilinen ve müşterilerin alışveriş eğilimleri, ürünlerin ne sıklıkla ve hangi ürünlerle beraber alındığı bilgi ve analizi örnek bir çalışma ile gösterilecektir. Böylece müşteri kartı aracılığı ile müşterilere ait kişisel bilgiler kullanılarak müşterilerin sadakati hesaplanabilecek ve müşterilere ait bu veriler hesaplandıktan sonra kişiye özgü kampanyalar yaparak müşteri memnuniyeti artırılabilir. Ayrıca marketteki stoklar için ürün sınıflandırması dikkate alınarak ve müşterilerin tercihleri göz önüne alınarak reyonların market içerisinde nasıl konumlandırılacağına dair fikirler üretilecektir. Tüm bu sonuçlar ışığında müşterilerin satın alacağı ürün önceden tespit edilmeye çalışılarak müşterinin ürüne daha rahat ulaşmasını sağlamak ve çeşitli promosyon çalışmaları ile marketin satış grafiğini yükseltmek amaçlanacaktır. Bu amaç yerine getirilirken, alışveriş verilerinin müşterilerin kişisel bilgileri ile bağlantılı hale getirilmesi hedef kitlenin belirlenmesinde önemli rol oynayacaktır. Market sepet analizinden elde edilen veriler, müşteri kartlarından alınan kişisel bilgiler ile birleştirildiğinde satın alınan ürün gruplarının daha çok hangi yaşlarda, hangi

meslek grubunda ve hangi öğrenim durumuna sahip kişiler tarafından yapıldığını anlamamızı sağlayacaktır.

Literatürde sepet analizi ve tüketicinin tercihlerinin modellenmesi üzerine çeşitli çalışmalar yapılmıştır [7-8]. Örneğin, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesinde müşterilerin alışveriş eğilimleri ile alakalı davranış modellemesi çıkarmak için bir çalışma yapılmıştır [7]. Bu çalışmada IBM SPSS Clementine programı kullanılarak müşterilerin tercih ettiği ürün grupları analiz edilmiş ve sonraki alışverişleri tahmin edilmeye çalışılmıştır. Farklı alanlarda da örneğin bir otomobil yetkili servisinde kullanılan yedek parçaların kullanımı ile alakalı bağlantıyı ortaya çıkarmak için birliktelik kuralı ile çeşitli analiz çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmada birliktelik kurallarından Apriori ve FP-Growth algoritmalarının karşılaştırılması yapılmıştır [9]. Ancak bu çalışmalarda elde edilen sonuçlar –bu yayında yapıldığı gibi– müşterilerin kişisel bilgileri ile ilişkilendirilmemiş ve kişiye özgü sonuçlar üretilmemiştir.

Bu çalışmada, orta büyüklükteki bir marketin 2014 yılına ait gerçek satış verileri kullanılacaktır. Analiz sonuçlarının daha sağlıklı olması için bütün bir yıla ait alışveriş verileri göz önüne alınmıştır. Çünkü mevsimlik sebze ve meyve gibi bazı ürünlerin yılın belli dönemlerinde piyasaya sürülmesi, analizin homojen değerlendirilmesini etkileyecektir. Verilerin analizinde yöntem olarak Apriori algoritması kullanılacak olup, bu işlem için R Studio geliştirme ortamı ve R programlama dili kullanılacaktır. Apriori algoritması birliktelik kuralı yöntemleri arasında en yaygın kullanılan ve en çok bilinen algoritmalarından birisidir [10]. Popüler olması ve kolay kullanımı sebebi ile tercih edilmiştir. R programlama dilinin kullanıma sebebi ise veri madenciliği alanında çalışmalar yapmak için tasarlanmış olması ve kullanışlı olması, içerisindeki analiz için gerekli olan birçok modülü barındırması, analiz modüllerinin kullanımının kolay ve anlaşılabilir olması, ayrıntılı dokümanlara sahip olması ve aynı zamanda yüksek verilerin analizinde sorunsuz olarak çalışması gösterilebilir [11].

II. VERİ MADENCİLİĞİ VE BİRLİKTELİK KURALI

Veri madenciliği çeşitli alanlarda üretilen ve ilk bakışta anlamlı gelmeyen, anlaşılması ve yorumlanması zor olan, ileriye yönelik fikirler veremeyecek derecede büyük miktardaki verinin analiz edilerek farklı sonuç değerlerine ulaşmayı ve ileriye yönelik tahmin edici ifadeler elde etmeyi sağlar [12]. Veri içerisinde gizli olan bazı örüntüleri, eğilimleri tespit etmek ve farklı nitelikler arasındaki ilişkileri bulmak ve böylece stratejik kararlar vermeye yardımcı olmak amacıyla uygulanan bir yöntemdir [13].

Veri madenciliği süreci altı adımda incelenebilir [5, 14]:

- Araştırma Problemlerinin Tanımlanması,
- Verileri Tanıma Aşaması,
- Veri Hazırlama Aşaması,
- Modelleme Aşaması,
- Değerleme Aşaması,
- Uygulama Aşaması.

Verileri daha faydalı ve kullanışlı hale getirmek için istatistik ve yapay zeka, makine öğrenmesi gibi farklı teknik ve yöntemler de kullanılmaktadır [4]. Birliktelik kuralı bu

çalışmada market sepet analizi uygulamasında kullanılacak yöntemdir.

Birliktelik Kuralı, adından da anlaşıldığı üzere farklı verilerin birlikte ne kadar sık görüldüğünü ve birbirleri arasındaki bağlantıların çıkarılmasıdır. En popüler kullanım alanlarından birisi pazar sepet analizi çalışmasıdır. Pazar sepet analizi müşterilerin satın aldıkları ürünlere ait alışveriş eğilimlerinin ortaya çıkarılması ve bu veriler ışığında müşterinin bir sonraki alışverişini tahmin etme işlemidir [15, 16].

Bu yöntemin ortaya çıkardığı sonuçlar neticesinde hangi ürünlerin beraber tercih edildiği, müşterilerin o ürünleri ne kadar sık tercih ettikleri, promosyon yapılacak ürünlerin belirlenmesi, stokların düzenlenmesi, market için ürünlere ulaşımı kolaylaştıracak ürün dizilimi ve reyon düzeninin oluşturulması ciddi faydalar sağlayacaktır [8, 16].

III. APRİORİ ALGORİTMASI

Apriori algoritması bir birliktelik kuralı çözüm yöntemi olarak 1993 yılında ortaya atılmıştır [10]. Büyük veri kümeleri arasındaki bağlantıyı ortaya çıkarmak için kullanılır. En çok bilinen ve kullanılan algoritmalarından birisidir [9]. Apriori algoritması temelde iki önemli kritere sahiptir. Bunlar, destek ve güven değerleridir [10]. Destek değerleri ürün grubunun bütün veri içerisindeki oranını belirler. Güven değerleri ise ürünler arasındaki bağlantıyı bize verir [17]. Matematiksel olarak aşağıdaki şekilde özetlenebilir [16]:

$$\text{Destek}(A) = \frac{A \text{ öge küme sayısı}}{\text{Toplam öge küme sayısı}} \quad (1)$$

$$\text{Destek}(A, B) = \frac{(A, B) \text{ öge küme sayısı}}{\text{Toplam öge küme sayısı}} \quad (2)$$

$$\text{Güven}(A, B) = \frac{(A, B) \text{ öge küme sayısı}}{A \text{ öge küme sayısı}} \quad (3)$$

$$\text{Güven}(A, B) = \frac{\text{Destek}(A, B)}{\text{Destek}(A)} \quad (4)$$

Şekil 1. Apriori Algoritması Destek ve Güven Değerleri

Apriori algoritmasının genel şeması Şekil-2'de görülmektedir. Bu algoritmada, bir veri kümesinde defalarca bulunan öge kümelerini tespit etmek için birçok defa veritabanında işlem yapmak gerekmektedir.

```

1)  $L_1 = \{ \text{sık geçen 1-öge kümesi} \};$ 
2) for (  $k = 2; L_{k-1} \neq \emptyset; k++$  ) do begin
3)    $C_k = \text{apriori-gen}(L_{k-1});$  // Yeni adaylar
4)   forall transactions-hareketler  $t \in D$  do begin
5)      $C_t = \text{subset}(C_k, t);$  // Adaylar  $t$  içindedir
6)     forall candidates – adaylar  $c \in C_t$  do
7)        $c.\text{count}++;$ 
8)   end
9)    $L_k = \{ c \in C_k \mid c.\text{count} \geq \text{minsup} \}$ 
10) end
11)  $\text{Answer} = \bigcup_k L_k;$ 

```

Şekil 2. Apriori Algoritması Sözde Kodu [10]

Birinci aşamada bir elemanlı minimum destek ölçütünün altında kalmayan sık olarak geçen öge kümeleri tespit edilmektedir, sonraki taramalarda bir önceki taramada tespit edilen sık geçen öge kümeleri aday kümeler olarak bir sonraki sık geçen öge kümelerinin tespiti için kullanılmaktadır. Aday kümeler sürekli değiştiği için her tarama sırasında destek değeri yeniden hesaplanmaktadır. Daha sonra minimum destek ölçütüyle kıyaslanır ve destek ölçütünü sağlayan kümeler, üretilen yeni sık geçen öge kümeleri olmaktadır. Bütün veritabanına uygulanan işlem sonrası her kademedede oluşturulan sık geçen öge kümeleri bir sonraki adım için aday küme olarak tanımlanmaktadır. Bütün bu işlemler belirlenen ölçütteki destek değeri koşulu sağlanmayana kadar sürmektedir.[18].

Apriori algoritmasına ait daha ayrıntılı bilgi için [9, 10, 17] nolu referanslar incelenebilir.

IV. MARKET SEPET ANALİZİ VE UYGULAMA

Market sepet analizi, bir markette müşterilerin satın aldıkları ürünlerin birbirleri arasındaki bağlantısını ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. Ürnlere ait satış hareketleri tek başlarına pek bir anlam ifade etmemektedir. Sepet analizi bu anlamsız satış verilerini market yöneticileri için yönetilebilir ve anlamlı verilere dönüştürmektedir. Analiz sonucunda oluşturulacak promosyon ürünleri, indirimler, paket ürünler vb. seçenekleri ile müşteri memnuniyetini ve sadakatini artırıcı önlemler olarak dolaylı yoldan market ciro ve müşteri sayısının artırılması amaçlanmaktadır.

Bu bölümde, bir marketin 2014 yılına ait gerçek verileri kullanılarak bir market sepet analizi yapılacaktır.

A. Verilerin Hazırlanması

Analiz çalışmasında kullanacak olan veriler yaklaşık 155 bin satır satış hareketi kaydından oluşmaktadır. Bu veriler 20174 müşterinin alışveriş sepetlerini kapsamaktadır. 5821 adet farklı ürün 607 farklı ürün grubuna göre sınıflandırılmıştır. Analiz, ürün grupları dikkate alınarak yapılmaktadır. Veri tabanında depolanan veriler R Studio da kullanacak forma dönüştürülerek, Şekil 3 ve 4'te görülen satış verileri haline getirilmiştir.

Veri tabanından alınan veriler csv veya txt formatına dönüştürülerek Şekil 5'te verilen fiş kodu ve ürün gruplarını içeren veri dosyaları oluşturulmuştur. Bu dosyalar verilerin işleneceği dosyalardır.

FIŞ KODU	MÜŞTERİ KART NO	MÜŞTERİ İSMİ	ÜRÜN KODU	ÜRÜN ADI
10000000351417	2010000150245	HAMİT	8690325703117	TAT MAK İNCE KESME 5 KG.
10000000366470	2010000143513	ABUZER	8690105000030	CAYKUR LUX FİLİZ 500 GR "24"
10000000366470	2010000143513	ABUZER	8080444000103	ESENLIK TOZ SEKER 5 KG."1"
10000000366635	2010000223987	NEVZAT	8691381000011	BEYPAZARI MADEN SUYU 200 Cl
10000000366470	2010000143513	ABUZER	8690105000719	CAYKUR TIRYAKI 500 GR "24"
10000000366486	2010001343226	İSBAT	8690562004121	BİFA 412 PETİBOR BIS 800 GR "S"
10000000374712	2010000150269	ABUZER	9000100704809	PERSIL MAT 7 KG "1"
10000000351586	2010000150627	BAYRAM	8690546110503	SALON SIVI SABUN 4 LT MALDIV
10000000351244	2010000803592	MEHMET	8690758041015	LUX PAM CUB. 100LU "144"
10000000351417	2010000150245	HAMİT	8690325710115	TAT MAK FİYONK 5 KG.
10000000351417	2010000150245	HAMİT	8690325705111	TAT MAK YUKSUK 5 KG.
10000000366598	2010000544013	MEHMET	8690536010363	TENO T.K.CİFT KATLI ULTRA 32 l
10000000375072	2010001372806	FEYZULLAH	8690562004121	BİFA 412 PETİBOR BIS 800 GR "S"
10000000351331	2010000150689	YUNUS	8690105000122	CAYKUR RİZE 500 GR "24"
10000000351054	2010000150870	HASAN	8690504121206	ULKER 1212 COOKKREM 1000 MI
10000000351072	2010000150689	YUNUS	8690105000122	CAYKUR RİZE 500 GR "24"
10000000374341	2010000150870	HASAN	8690526082240	ETİ CAY KEYFİ 141 GR FIS.TAR."
10000000374341	2010000150870	HASAN	8690632037134	NESCAFE 3U1 SUTLU KOPIK 15,
10000000374341	2010000150870	HASAN	8690526082240	ETİ CAY KEYFİ 141 GR FIS.TAR."
10000000374341	2010000150870	HASAN	8690632037134	NESCAFE 3U1 SUTLU KOPIK 15,

Şekil 3. Müşteri isimleri ve satın aldıkları ürünler.

ÜRÜN ADI	ANAGRUP	KOD_1	KOD_2	KOD_3	KOD_4
DOMESTOS C.SUYU 4 KG.DAG ESİN"4"	DETERJAN-TEMİZLİK	ÇAMAŞIR YIKAMA	ÇAMAŞIR SULARI	JEL	JEL
YUMURTA MALYUM 15LU SARI E.ANAC	GIDA	SÜT-KAHVALTILIK	YUMURTA	NORMAL YUMURTALAR	NORMAL YUMURTALAR
CAYKUR TOMURCUK 125 GR "32"	GIDA	İÇECEK	ÇAY-KAHVE	ÇAY	DÖKME ÇAYLAR
YUMURTA MALYUM 15LU SARI E.ANAC	GIDA	SÜT-KAHVALTILIK	YUMURTA	NORMAL YUMURTALAR	NORMAL YUMURTALAR
ÖZCAKIROĞLU LOKUM SADE 1 KG	GIDA	GIDA-ŞEKERLEME	SAKIZ-ŞEKERLEME	ŞEKERLEMELER	GELENEKSEL ŞEKERLEME
DANA KUSBASI	GIDA	ET-BALIK	KIRMIZI ET	AÇIK DANA ETİ	KUŞBAŞI ET
MAROL	GIDA	MEYVE-SERZE	SERZE	OTLAR-YEŞİLLİKLER	OTLAR-YEŞİLLİKLER
MAROL	GIDA	MEYVE-SERZE	SERZE	OTLAR-YEŞİLLİKLER	OTLAR-YEŞİLLİKLER
SALATALIK	GIDA	MEYVE-SERZE	SERZE	MEVSİM SEBZELERİ	MEVSİM SEBZELERİ
YUMURTA MALYUM 15LU SARI E.ANAC	GIDA	SÜT-KAHVALTILIK	YUMURTA	NORMAL YUMURTALAR	NORMAL YUMURTALAR
ESENLIK TEREYAGI TUZLU	GIDA	YAĞLAR	KATI YAĞLAR	TEREYAGI	DÖKME

Şekil 4. Ürünlerin bağlı olduğu ürün grupları

```

FISID,URUNGRUP
10220000388717,NORMAL YUMURTALAR
10220000388717,JEL
10220000388717,KREM
10220000388717,ÇİKOLATALI GOFRET
10220000388717,DIĞER KURUYEMİŞ
10220000388717,MEYVE SULARI
10220000388720,DÖKME
10220000388730,DÖKME
10220000388730,NORMAL YUMURTALAR
10220000388731,KUŞBAŞI ET
10220000388740,DANA SALAM
10220000388740,ŞALGAM SUYU
10220000388740,YUFKA
10220000388740,PASTÖRİZE SÜT
10220000388740,SADE MAKARNA
10220000388766,KREM ŞANTİLER
10220000388766,KAKAO
10220000388774,ÇİFT KATLI

```

Şekil-5. Fiş kodları ve ürün grupları

B. Verilere Birliktelik Kuralının Uygulanması

R Programlama dilinde birliktelik analizine başlamadan önce ilk olarak satış verilerinin *transaction* olarak tanımlanması gereklidir. İşlem kolaylığı olması açısından değerlendirme ürünleri Kod_4 grup koduna göre yani gruplandırmadaki 4.kırılımına göre yapılacaktır. Şekil 6 da verilerin analiz için tanımlanması ve R programlama dilinde birliktelik kuralı yöntemini kullanmamız için gerekli modülün yüklenmesini sağlayacak kodlar belirtilmiştir.

```

veriler = read.csv("C:\\Users\\furkan\\Desktop\\marketdata.txt")
head(veriler, n=30)
veril <- split(veriler$URUNKOD, veriler$FISID)
if(!require(arules)) install.packages("arules")
verit2= as(veril,"transactions")
summary(verit2)
inspect(verit2)

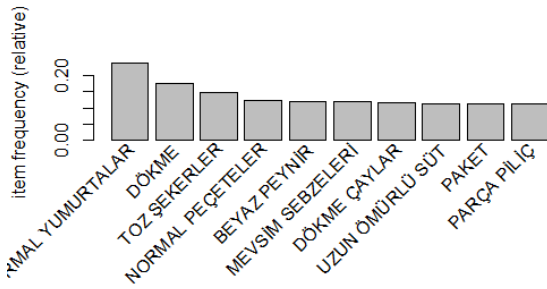
```

Şekil 6. R programlama için transaction tanımlama.

Şekil 7 de ürün grupları bazında fiş kodu ve alışveriş hareketleri verilmiştir. Şekil 8 de ise en çok ürün satışı yapılan ilk on ürün grubu verilmiştir. Örneğin yumurtalar bütün alışveriş hareketinin % 20'sinde mevcuttur. Benzer şekilde, beyaz peynir grubu ise bütün satış hareketlerinin yaklaşık %12 sinde bulunduğu görülmektedir.

20066	{NORMAL EKMEK, YEDEK ŞİŞE}	10220000678975
20067	{MEYVE SULARI, RENKLİLER İÇİN, UZUN ÖMÜRLÜ SÜT}	10220000679040
20068	{ISLAK HAVLU, MEVSİM SEBZELERİ, NORMAL PEÇETELER, NORMAL YUMURTALAR, PAKET, PIŞİRME TORBAS}	10220000679041
20069	{ISLAK HAVLU, KARIŞIMLI KAHVELER, NORMAL PEÇETELER, NORMAL YUMURTALAR, PAKET, PARÇA PİLİÇ, TABLET ÇIKOLATA, UZUN ÖMÜRLÜ SÜT}	10220000679042
20070	{DİĞER KURUYEMİŞ, MİNİ KEK, ÖZEL SABUNLAR, PARÇA PİLİÇ, WAFER, YUMUŞAK ŞEKER}	10220000679046

Şekil 7. Alışveriş sayısı – Ürün grupları – Fiş Kodu



Şekil 8. Ürün Gruplarının satış oranları

Son aşamada, Şekil 9'da görüldüğü gibi elde edilen çıktılar market verilerine ait birliktelik kurallarını vermektedir.

lhs	rhs	support	confidence	lift
1764 {KIYMALIK ET,OTLAR-YEŞİLLİKLER,PATATES-SOĞAN-SARIMSAK}	=> {MEVSİM SEBZELERİ}	0.0103	0.88	7.4
1769 {DÖKME,OTLAR-YEŞİLLİKLER,PATATES-SOĞAN-SARIMSAK}	=> {MEVSİM SEBZELERİ}	0.0092	0.90	7.6
1874 {DÖKME,KIYMALIK ET,PATATES-SOĞAN-SARIMSAK}	=> {MEVSİM SEBZELERİ}	0.0085	0.95	8.0
1875 {DÖKME,KIYMALIK ET,MEVSİM SEBZELERİ}	=> {PATATES-SOĞAN-SARIMSAK}	0.0085	0.81	10.1
1780 {DÖKME,KIYMALIK ET,OTLAR-YEŞİLLİKLER}	=> {MEVSİM SEBZELERİ}	0.0068	0.92	7.8
1766 {DÖKME,KIYMALIK ET,OTLAR-YEŞİLLİKLER}	=> {PATATES-SOĞAN-SARIMSAK}	0.0060	0.82	10.2
7238 {DÖKME,DÖKME ÇAYLAR,KAKAO-FİNDİK KREMA,TOZ ŞEKERLER}	=> {NORMAL YUMURTALAR}	0.0060	0.84	3.5
5438 {DÖKME,KIYMALIK ET,OTLAR-YEŞİLLİKLER,PATATES-SOĞAN-SARIMSAK}	=> {MEVSİM SEBZELERİ}	0.0059	0.98	8.3
5439 {DÖKME,KIYMALIK ET,MEVSİM SEBZELERİ,OTLAR-YEŞİLLİKLER}	=> {PATATES-SOĞAN-SARIMSAK}	0.0059	0.88	10.9
7241 {AYIÇİÇEK YAĞLARI,DÖKME,DÖKME ÇAYLAR,NORMAL PEÇETELER}	=> {TOZ ŞEKERLER}	0.0057	0.80	5.5
7262 {DÖKME,PARÇA PİLİÇ,SADE MAKARNA,TOZ ŞEKERLER}	=> {NORMAL YUMURTALAR}	0.0054	0.81	3.4
91 {BİBER SALÇASI,PATATES-SOĞAN-SARIMSAK}	=> {MEVSİM SEBZELERİ}	0.0053	0.92	7.8
92 {BİBER SALÇASI,MEVSİM SEBZELERİ}	=> {PATATES-SOĞAN-SARIMSAK}	0.0053	0.89	11.1
7263 {DÖKME,NORMAL PEÇETELER,PARÇA PİLİÇ,TOZ ŞEKERLER}	=> {NORMAL YUMURTALAR}	0.0053	0.82	3.5
1901 {KAKAO-FİNDİK KREMA,PARÇA PİLİÇ,TOZ ŞEKERLER}	=> {NORMAL YUMURTALAR}	0.0052	0.80	3.4
7260 {DÖKME,DÖKME ÇAYLAR,PARÇA PİLİÇ,TOZ ŞEKERLER}	=> {NORMAL YUMURTALAR}	0.0052	0.83	3.5
1902 {BEYAZ PEYNİR,DÖKME ÇAYLAR,KAKAO-FİNDİK KREMA}	=> {NORMAL YUMURTALAR}	0.0052	0.81	3.4
7258 {DÖKME ÇAYLAR,NORMAL PEÇETELER,PARÇA PİLİÇ,TOZ ŞEKERLER}	=> {NORMAL YUMURTALAR}	0.0052	0.86	3.6
7228 {BEYAZ PEYNİR,DÖKME,KAKAO-FİNDİK KREMA,SADE MAKARNA}	=> {NORMAL YUMURTALAR}	0.0051	0.82	3.4
7229 {BEYAZ PEYNİR,KAKAO-FİNDİK KREMA,NORMAL YUMURTALAR,SADE MAKARNA}	=> {DÖKME}	0.0051	0.82	4.7

Şekil 9. Ürün Gruplarının Birliktelik Kuralı İlişkileri

C. Sonuçların Analizi

Analiz sonuçlarının bir kısmı Şekil 9'da gösterildiği gibi elde edilir. Şekilde müşteriler tarafından tercih edilen ürünlerin bir kısmı gösterilmektedir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda support, confidence ve lift değerleri müşteri analizinde bize çok önemli fikirler vermektedir. Support (destek) değeri bize satın alınan ürünlerin bütün veri içerisindeki oranını vermektedir. Confidence (güven) değeri satın alınan ürünler

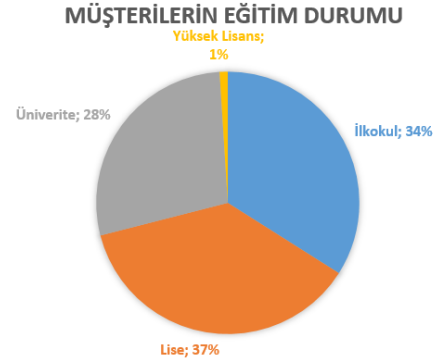
arasında ki ilişkiyi bize verir. Lift (Kat) değeri ise lhs (sol sütundaki ürün grubu) ve rhs (sağ sütundaki ürün grubu) değerlerinin birbirinden istatistik olarak bağımsız olması durumunda bu iki gruptaki ürünlerin ne kadar birlikte geçtiğini bulmaktadır [9, 10].

Şekil 9'daki ilk kural incelendiğinde lhs'deki kıymalık et, otlar-yeşillikler ve patates-soğan-sarimsak gruplarındaki ürünlerden satın alan bir müşterinin rhs'deki mevsim sebzeleri grubundaki ürünlerden birisini satın alma oranının %88 olduğu görülmektedir. Bu satıra ait destek değeri incelendiğinde kıymalık et, otlar-yeşillikler, patates-soğan-sarimsak ve mevsim sebzeleri grubu içerisinde satılan ürünlerin bütün satış verisi içerisindeki oranının %1.03 olduğu görülür. Ayrıca lift değerinin yüksek olması ürün gruplarının birbirlerini ne kadar etkilediği hakkında bize bilgiler verir. Lift değeri ne kadar yüksekse etkide o kadar yüksektir. Formülü aşağıdaki gibidir.

$$\text{Lift} = \text{Support}(A, B) / \text{Support}(A) * \text{Support}(B)$$

Şekildeki tüm satırlar incelendiğinde en yüksek destek oranlarına şarküteri grubu ürünlerinin ve manav grubu ürünlerinin sahip olduğu görülmektedir.

Satışlara yönelik yapılan analiz sonuçlarını müşteri kartı verileri ile birleştirerek müşteriler ile alakalı daha ayrıntılı ve belirleyici bilgiler elde etmek mümkündür. İlk satırdaki kural göz önüne alınırsa kıymalık et,otlar-yeşillikler ve patates-soğan-sarimsak gruplarındaki ürünleri tercih eden müşterilerin yaş ortalaması 37 olarak hesaplanmıştır. Mesleklerine bakıldığında müşterilerin %27'si işçi, %17'si ev hanımı, %11'i öğretmen, % 8'i emekli ... şeklinde elde edilmektedir. Yine birinci satır alışveriş kombinasyonu için öğrenim durumları incelendiğinde müşterilerin %37'si lise, %34'ü ilköğretim, %28'si üniversite mezunu ve %1'i ise yüksek lisans mezunu olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar Şekil 10 ve 11'de grafiksel olarak belirtilmiştir.

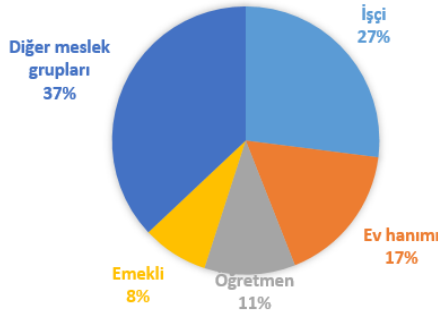


Şekil 10. Müşterilerin Eğitim Durumlarının Dağılımı

Sonuç olarak yapılan bu analiz neticesinde, müşterilere güven değeri yüksek olan ürün grupları ile ilgili kampanyalar yapılabilir (Birbiri ile bağlantılı olan yani birlikte çok tercih edilen ürünlerin paket olarak sunulması vb..). Birbiriyle ilişkili ürün gruplarının birlikte indirimli şekilde kampanyaya alınması sağlanabilir. Bu analiz sonuçlarına ek olarak müşterilerin kişisel bilgileri eklendiğinde emekliler için fırsat ürünü adı altında paket ürünler sunulabilir. Ev hanımı olan müşteriler için örneğin deterjan grubunda özel indirimler hazırlanabilir.

Şarküteri ürünlerinin raf dizilimi yapılabilir bu sayede müşterinin ürüne ulaşımı kolaylaştırılır. Müşterinin satın alacağı ürünün önceden tespiti ve bu sayede ona sunulacak kampanyalar ve satın alacağı ürüne yönelik sağlanacak erişim kolaylığı müşteri memnuniyeti ve market cirosunu önemli ölçüde artıracaktır.

MÜŞTERİLERİN MESLEK GRUPLARI



Şekil 11. Müşterilerin Meslek Grubu Dağılımı

V. SONUÇLAR

Bu çalışmada, market alışverişleri üzerine müşterilerin alışveriş tercihlerinin çıkarılması için satış verilerine birliktelik kuralı yöntemlerinden Apriori yöntemi uygulanmıştır. Analiz için müşteri kartlarındaki bilgiler ile müşterilerin yapmış oldukları alışveriş verileri kullanılmıştır. Standart market sepet analizinin aksine müşterilere ait bilgilerin kullanıldığı çalışma, bize müşteri gruplarının tercihlerini belirlemede fayda sağlayacaktır. Satış verilerinden elde edilen analiz sonuçlarına müşterilere ait kişisel bilgileri ekleyerek yaş gruplarına göre öğrenim durumuna göre, mesleki durumuna göre sınıflandırma yapılarak mevcut hedefin daha da netleştirilmesi sağlanabilir. Çalışmamızın en önemli farklı market sepet analizinde kullanılan verilerin tamamının müşteri kartları üzerinden yapılan alışverişler olmasıdır. Bu sayede müşterilere ait kişisel bilgiler ile analiz sonuçları daha da güçlendirilmiştir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, bu çalışmanın çeşitli aşamalarında fikirleriyle katkı sağlayan Prof. Dr. Ali Karcı'ya teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

[1] Porter, J. (1998). Disk Trend 1998 Report.

- [2] Kalıkov, A.,(2006), Veri Madenciliği ve Bir E-Ticaret Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
- [3] ALPAYDIN Ethem. ‘Zeki Veri Madenciliği’, Bilişim 2000 Eğitim Semineri,2000,s9
- [4] RYGIELSKI C.WANG J.Ve YEN D.C “Data Mining Techniques for Customer Relationship Management”, Technology in Society. Volume 24, Issue 4, 2002.s.483-502
- [5] A.Sait ALBAYRAK , Ş.Koltan Yılmaz S.Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi Y.2009 , C.14 ,S.1
- [6] ROIGER, R. J. ve M. W. Geatz, “Data Mining A Tutorial-Based Primer”, Addison Wesley, USA, 2003.
- [7] MehpareTimor ve Umman Tuğba Şimşek 2008 “Veri Madenciliğinde Sepet Analizi İle Tüketici Davranışı Modellemesi” Yıl:19 Sayı:59 İstanbul Üniversitesi Sayısal Yöntemler Anabilim Dalı
- [8] Derya AY, İbrahim ÇİL “Migros Türk A.Ş’de Birliktelik Kurallarının Yerleşim Düzeni Planlamada Kullanılması” Sakarya Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Dergisi Cilt:21 Sayı: 2 Sayfa (14-29)
- [9] Semra Erpolat “Otomobil Yetkili Servislerinde Birliktelik Kuralının Belirlenmesinde Apriori ve FP-Growth Algoritmalarının Karşılaştırılması” Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi
- [10] Agrawal, R. ve Srikant,R (1993). Fast Algorithms for Mining Association Rules. 20.VLDB Conference, Chile.s. 487-499
- [11] Harald Schmidbauer , Vehbi Sinan Tunahoğlu “R projesi ve Uygulamalı İstatistik” Eğitim Semineri Sayfa (1-2)
- [12] AKPINAR,H(2000) Veri Tabanlarında Bilgi Keşfi ve Veri Madenciliği.İ.Ü İşletme Fakültesi Dergisi C:29,1-22 s
- [13] İbrahim Halil SEYREK, H.Ali.ATA “Veri Zarflama Analizi ve Veri Madenciliği ile Mevduat Bankalarında Etkinlik Ölçümü” BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar Cilt:4, Sayı:2,2010 Sayfa (68-72)
- [14] MCCARTY, John A. ve Manoj HASTAK, “Segmentation Approaches in Data-Mining: A Comparison of RFM, CHAID and Logistic Regression”, Journal of Business Research, 60, No. 6, 2007.
- [15] Silahtaroglu, G.(2008). Kavram ve Algoritmalarıyla Veri Madenciliği, 1. Basım, Papatya Yayınları
- [16] Emre Güngör, Nesibe Yalçın, Nilüfer Yurtay “Apriori Algoritması ile Teknik Seçmeli Ders Seçim Analizi”
- [17] Özkan,Y (2008). Veri Madenciliği Yöntemleri, 1.basım, Papatya Yayınları
- [18] Han J.,Kamber M.,(2001), “Data Minig: Concepts and Techniques”. Morgan Kaufmann

Türkiye'deki Elektrik Tüketimi Tahmini İçin İleri ve Geri Beslemeli Yapay Sinir Ağları ve ANFIS Model Karşılaştırılması

Hasan SÖYLER
Ekonometri Bölümü
İnönü Üniversitesi
Malatya, Türkiye
hasan.soyler@inonu.edu.tr

Eda FENDOĞLU
Ekonometri Bölümü
İnönü Üniversitesi
Malatya, Türkiye
edafendoglu@hotmail.com

Oktay KIZILKAYA
Maliye Bölümü
Hakkari Üniversitesi
Hakkari, Türkiye
o.kizilkaya.4@gmail.com

Mustafa GÖKÇE
Ekonometri Bölümü
İnönü Üniversitesi
Malatya, Türkiye
mugokce@gmail.com

Özet—Bu çalışmada, Türkiye'nin 1950-2014 yılları arasındaki elektrik enerjisi tüketimi tahmini için kullanılan ileri ve geri beslemeli yapay sinir ağı ve ANFIS (Adaptif Ağ Tabanlı Bulanık Çıkarım Sistemi) modelleri karşılaştırılmıştır. Bu modellerde kullanılan ekonomik göstergeler: Net Elektrik Tüketimi (GWh), Gayri Safi Yurt İçi Hâsıla (GSYİH), Nüfus, İthalat ve İhracattır. Çalışmada iki farklı Yapay Sinir Ağı (YSA) yapısı olan, ileri beslemeli Çok Katmanlı Algılayıcı (ÇKA) ile geri beslemeli Elman Ağı yapıları ve ANFIS modeli karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, Türkiye için net elektrik enerjisi tüketimi tahmini amacıyla denenen modeller arasında daha başarılı tahmin performansı sergileyen modelin Elman Ağı olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar YSA' nın elektrik tüketimi tahmininde kullanılabilecek başarılı bir yöntem olduğunu göstermiştir.

Anahtar Sözcükler—Net Elektrik Tüketimi Tahmini, Yapay Sinir Ağları (YSA), Çok Katmanlı Algılayıcı (ÇKA), Elman Ağı, ANFIS (Adaptif Ağ Tabanlı Bulanık Çıkarım Sistemi)

Comparison in Turkey Electricity Consumption Estimate Using the Feedback and Feedforward Artificial Neural Networks and ANFIS Model

Abstract—In this paper, using of neural network models with feedforward and feedback and ANFIS (Adaptive Network Based Fuzzy Inference System) for Turkey's electricity consumption estimating between the years of 1950-2014 are compared. The economic indicators used in these models are: Net Electricity Consumption (GWh), Gross Domestic Product (GDP), Population, Import and Export. In this study, two different Artificial Neural Networks (ANN) structures; Multiple Layer

Perceptron (MLP) network structure with feedforward and Elman Network structure with feedback and ANFIS model are compared. The obtained results showed that among the models tested for estimating Turkey's net electricity consumption, Elman Network is relatively more successful one with an average of better estimating. These results showed that artificial neural networks were a successful method to be used in the estimates of electricity consumption.

Index Terms—Net Electricity Consumption Estimation, Artificial Neural Networks (ANN), Multiple Layer Perception (MLP), Elman Networks, ANFIS (Adaptive Network Based Fuzzy Inference System)

I. GİRİŞ

Elektrik enerjisi hem çevreyi kirletmeyen hem de birçok teknolojiye uygulanabilen ve çok uzak yerlere iletim ağlarıyla kolay bir şekilde taşınabilen, kontrol edilebilen önemli bir enerjidir. Bu özelliklerinden dolayı elektrik enerjisi bir ülkenin gelişmişlik ve refah seviyesinin en önemli göstergelerinden biri haline gelmiştir.

Birincil ve ikincil kaynaklar olmak üzere ikiye ayrılan enerji kaynakları içerisinde ikincil bir enerji kaynağı olan elektrik enerjisinin, diğer enerjiler içerisinde değişik bir yeri vardır. Bunun sebebi, elektrik enerjisi enerji kaynaklarının farklı teknolojiler kullanılarak elde edilen bir enerji kaynağı olmasıdır [1]. Elektrik enerjisi, 1880'lerde insanoğlunun yaşamına girerek sanayinin, endüstrinin ve modern yaşamın vazgeçilmez bir unsuru olmuştur.

Türkiye' de artış gösteren nüfus ve GSYİH' ya orantılı olarak enerji tüketimi de artmaktadır. Son on yılda OECD

ülkeleri içinde Türkiye'yi en hızlı enerji talep artışının olduğu ülke haline getirmiştir. Türkiye, 2000 yılından bugüne dünyada Çin'den sonra elektrik ve doğalgaz tüketiminde en yüksek isteği olan ikinci büyük ekonomi konumundadır [2].

Ülkenin ihtiyacı olan elektrik enerjisini, sektör fiyatlandırma, arz, talep ve dağıtım politikasını en etkili ve aktif bir şekilde oluşturmaktadır. Elektrik enerjisi tüketiminin en çok kullanıldığı alan olan sanayiden, meskene, ulaşımdan tarıma uzanan bir dağıtım şebekesine sahip olması, depolanamaması ve bu politikaların meydana getirilebilmesi için talep tahmini çalışmalarının ve güvenilirliğinin önemi artmaktadır [3].

Elektrik enerjisi tüketimi tahminlerini dönemin uzunluğuna göre üç başlıkta toplanabilmektedir [4].

Kısa dönemli tahmin: saatlik, günlük, haftalık

Orta dönemli tahmin: aylık, üç aylık

Uzun dönemli tahmin: bir ya da daha fazla yıllık

Her ne kadar batı ülkelerinde tahmin çalışmaları uzun yıllardan beri çalışılmış olsa da, ülkemizde bu konuyla ilgili çalışmalar daha çok 1990'lı yılların sonunda arttığı görülmüş ve Devlet İstatistik Enstitüsü, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ve Devlet Planlama Teşkilatı enerji talepleri için matematiksel modelleri kullanmaya 1970'lerin sonunda başlamışlardır [5].

YSA, girdi ve çıktı değişkenleri arasındaki herhangi bir ön bilgiye gerek duymadan doğrusal ve doğrusal olmayan modellemeyi sağlayabilmektedir. Bu sebeple YSA, tahmin yöntemi olarak diğer yöntemlere göre daha kapsamlı ve esnek [6]. YSA, güçlü bir modelleme tekniği olarak finansal ve ekonomik tahminlerde yaygın olarak kullanılır. YSA ile veri seti içinde yatan fonksiyonel ilişkileri algılama ve örüntü tanıma, sınıflandırma, değerlendirme, modelleme, tahmin ve kontrol gibi işlevler gerçekleştirilebilir [7]. ANFIS yöntemi ise YSA'nın öğrenme becerisi, bulanık mantığın insan beynine benzer şekilde karar verme ve uzman bilgisi sağlama gibi avantajlarının birlikte kullanılması temeline dayanan bir yapay zekâ tekniğidir. Bu çalışmada; son yıllarda tahmin modellemesinde sıklıkla kullanılan ve geleneksel metotlardan daha iyi netice verdiğini gösteren yapay sinir ağları (YSA) ve ANFIS modelleri kullanılmıştır. Literatürde ekonomik veriler kullanılarak YSA ile yapılan çalışmalarda ağırlıklı olarak ÇKA modeli kullanılmıştır. Bu çalışmada ise ileri beslemeli bir YSA olan ÇKA modeline ek olarak geri beslemeli bir YSA modeli olan Elman Ağı ve ANFIS modeli kullanılmış, bu modellerin net elektrik tüketimi tahmin performansı incelenmiştir.

Türkiye'deki elektrik enerjisi talep tahmini ile ilgili literatürde yapılan bazı çalışmalar Tablo I' de verilmiştir.

TABLO I. TÜRKİYE'DEKİ ELEKTRİK ENERJİSİ TALEP TAHMİNİ İLE İLGİLİ LİTERATÜRDE YAPILAN BAZI ÇALIŞMALAR

Yazarlar	Değişkenler	Tahmin	Yayın
HAMZAÇEBİ ve KUTAY	Elektrik enerjisi tüketimi ve nüfus	YSA ile Türkiye'nin 2010 Yılına Kadar Elektrik Enerjisi Tüketiminin Tahmini	Gazi Üniv. Mühendislik ve Mimarlık Fak. Der., 2004

ÖZEN ve GÜL	Saatlik yük, saatlik sıcaklık ve günlük nem	Elektrik Dağıtım Şebekelerinde Talep Tahmini	EMO 2015
ES vd.	GSYİH, ithalat, ihracat, bina yüz ölçümü, nüfus ve taşıt sayısı	Türkiye'nin 2011-2025 Yılları Arası Net Enerji Talep Tahmini	Gazi Üniv. Mühendislik ve Mimarlık Fak..Der., 2014
VAR ve TÜRKAY	Saat, sıcaklık, nem ve elektrik yükü	YSA ile Kısa Dönem Elektrik Yükü Tahmini	Eleco 2014, Bursa, 2014
BİLGİLİ	Kurulu güç, nüfus, elektrik üretimi ve abone sayısı	Türkiye'nin Net Elektrik Tüketimi Tahmini	Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi, 2009
TOKER ve KORKMAZ	Elektrik tüketimi, sıcaklık, ısıma, meteorolojik etkenler ve takvim günleri	Türkiye'nin Elektrik Talebinin Saatlik Olarak Tahmini	EMO-APLUS Enerji, İstanbul, 2011
HOTUNLUOĞLU ve KARAKAYA	Nüfus, ithalat, ihracat, GSYİH, enerji yoğunluğu	YSA ile Türkiye'nin Enerji Talep Tahmini	Ege Akademik Bakış, 2011
KAVAKLIOĞLU vd.	GSMH, nüfus, ithalat, ihracat	Türkiye'nin Net Elektrik Tüketiminin Tahmini	Energy Conversion and Management 50, 2009
DEMİREL vd.	GSMH, Nüfus, Üretilen ve Tüketilen Enerji, Kurulu Güç	Elektrik Enerjisi Talebinin ANFIS ve ARMA Modelleri İle Tahmini	Gazi Üniv. Mühendislik ve Mimarlık Fak..Der., 2010
YALÇINÖZ vd.	Elektrik tüketimi	YSA ve Hareketli Ortalamalar Yöntemleri ile Niğde Bölgesinin Elektrik Yük Tahmini	EMO 2002
ÖZDEMİR vd.	Toplam Akım Harmonik Distorsiyonu	YSA ile Toplam Akım Harmonik Distorsiyonu Tahmini	C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 2014
MAHMUTOĞLU ve ÖZTÜRK	Brüt elektrik tüketimi	Box-Jenkins Yöntemi ile Türkiye'nin 2015-2023 arası Elektrik Tüketimi Öngörüsü	EY International Congress on Economics II, 2015

II. YAPAY SİNİR AĞLARI (YSA)

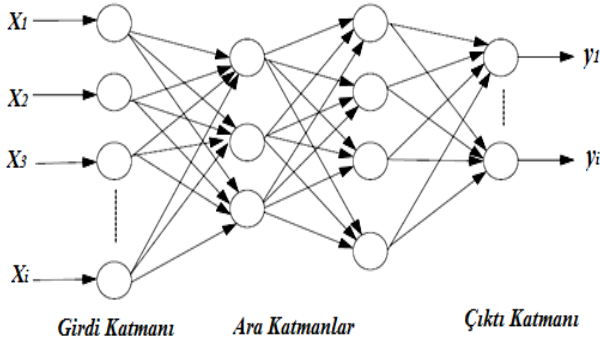
YSA, temelde bağlantılı işlem elemanlarının bir problemi çözmek için beraberce çalışması temeline dayanan, girdi ve çıktı arasındaki örüntüyü bulmak için insan beynini taklit etmeye çalışan bir tekniktir. YSA, biyolojik sinir ağları ile ortak özelliklere sahip bir bilgi işleme sistemidir. Sinir ağı, nöron adı verilen çok sayıda basit işlem elemanının bir araya gelmesi ile oluşur. Her nöron, diğer nöronlarla ağırlıklandırılmış bağlantılar aracılığıyla bağlanmıştır [8]. YSA, sinirler arasındaki bağlantıların yönüne göre ileri

beslemeli YSA ve geri beslemeli YSA olmak üzere birbirlerinden ayrılmaktadır [9].

YSA'nın geleneksel istatistik tekniklere göre en önemli avantajları daha az varsayıma sahip olması ve aktivasyon fonksiyonlarının seçimine bağlı olarak doğrusal olmayan ilişkileri modelleyebilmesidir. YSA eğitildikten sonra benzer olaylar karşısında mantıklı kararlar verebilirler ve v eksik bilgi içeren verilerle de çıktı üretebilirler. YSA'da bilgiler ağıın tamamında saklanır ve yapay sinir hücrelerinin bazılarının işlevini kaybetmesi, bilginin kaybolmasına sebebiyet vermez. Bununla beraber YSA'nın avantajlarının yanında bazı dezavantajları da vardır. YSA'da kullanıcıya bağlı olarak değiştirilebilir parametre çok fazladır ve uygun ağ mimarisinin oluşturulmasında belli bir kural yoktur. Aktivasyon fonksiyonunun türü, gizli katman sayısı ve bu katmanlarda bulunacak nöron sayılarının belirlenmesi deneme yanılma yolu ile belirlenmektedir.

A. Çok Katmanlı Algılayıcı (ÇKA)

Günümüzde en çok bilinen ve yaygın biçimde kullanılan YSA modeli, Çok Katmanlı Algılayıcı (ÇKA) yöntemidir. Genel amaçlı, esnek ve çoklu katmanlar halinde organize edilmiş nöronlardan oluşan ve birçok fonksiyonu tahmin etme özelliğine sahip doğrusal olmayan modellerdir. ÇKA, girdi katmanı, bir veya birden fazla gizli (ara) katman ve çıktı katmanından oluşan ileri beslemeli sinir ağıdır. Bir katmandaki her nöron, bir sonraki katmanın bütün nöronları ile bağlantılıdır ve girdi katmanından çıktı katmanına doğru ileri yönlü bir iletişim mevcuttur. ÇKA'nın öğrenme kuralı en küçük kareler yöntemine dayanan Delta Öğrenme Kuralının genelleştirilmiş hali olan Genelleştirilmiş Delta Kuralı (Backpropagation)'dır. Genelleştirilmiş Delta Kuralı iki aşamadan oluşur. Birinci aşamada, ileri doğru hesaplama vardır ve ağı gösterilen veri seti için ağıın çıktısı hesaplanır, ikinci aşamada ise geriye doğru hesaplama vardır ve bu aşamada ise ağıın bağlantı ağırlıkları güncellenir. Kullanılan öğrenme algoritmasına göre, ağıın çıktısı ile beklenen çıktı arasındaki hata minimuma ulaşmaya kadar ağıın ağırlıkları güncellenmektedir. Şekil 1'de iki gizli katmana sahip bir ÇKA modeli görülmektedir.

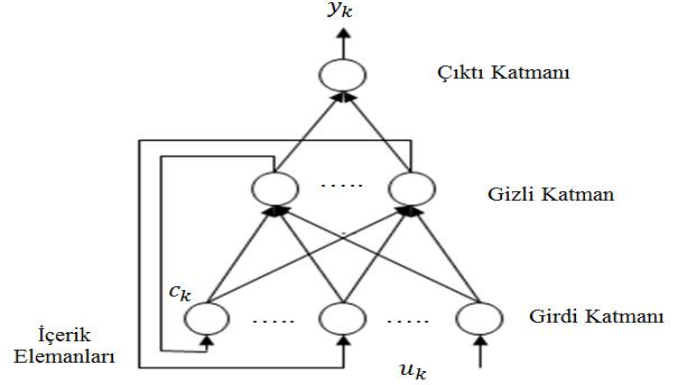


Şekil 1. İki Gizli Katmana Sahip ÇKA Yapısı

B. Elman Ağı

Daha önce anlatılan ÇKA modellerinde gelen bilgiler girişten çıkışa doğru ileri beslemeli olarak iletiliyordu. Elman Ağı ise çıktıların, girdi birimlerine veya önceki gizli

katmanlara geri beslendiği bir ağ yapısıdır. Ağı gelen bilgiler, hem ileri hem de geri yönde aktarılır. Elman Ağı, ÇKA ağıının öğrenme kuralı olan genelleştirilmiş delta öğrenme kuralına göre öğrenmektedir. Elman Ağı'nın; girdi elemanları, gizli katman elemanları, çıktı elemanları ve içerik (context) elemanları olmak üzere 4 çeşit elemanı vardır. Elman Ağında, ÇKA'dan farklı olarak içerik tabakası yer almaktadır. Elman Ağı'nın mimari yapısı Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Elman Ağı'nın Yapısı

Elman Ağı'nın girdi elemanları dış dünyadan bilgileri alır ve gizli katmanlara iletirler. Çıktı elemanları ise ağıın çıktısını dış dünyaya iletirler. Çıktı ünitelerinin bilgi işleme fonksiyonları doğrusaldır. Gizli katman elemanları ise hem doğrusal hem de doğrusal olmayan aktivasyon fonksiyonlarına sahip olabilirler. İçerik elemanları gizli katman elemanlarının önceki aktivite değerlerini hatırlamak için kullanılmaktadır. Bu elemanlar bir önceki iterasyondaki aktivasyon değerlerini bir sonraki iterasyona girdi olarak taşırlar [10].

III. ANFIS (ADAPTİF AĞ TABANLI BULANIK ÇIKARIM SİSTEMİ)

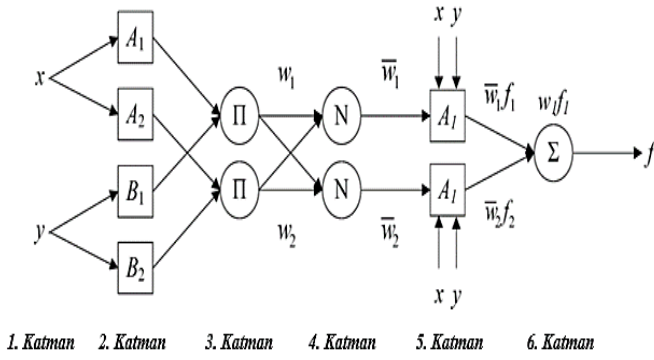
1993 yılında Jang tarafından ortaya atılan ANFIS yöntemi, YSA'nın öğrenme becerisi ile bulanık mantığın insan beynine benzer şekilde karar verme ve uzman bilgisi sağlama gibi avantajlarının beraber kullanılması fikrine dayanan bir yapay zekâ tekniğidir. ANFIS Sugeno tipi bulanık çıkarım sistemini kullanmaktadır. Öğrenme algoritması olarak ise geri yayılım algoritması veya geri yayılım algoritmasının en küçük kareler yöntemiyle beraber kullanıldığı hibrit öğrenme algoritmasını kullanır.

Bulanık çıkarım sistemini x ve y olmak üzere iki girdili ve tek çıktılı z olarak varsayarsak, kural tabanı Takagi ve Sugeno tipinin iki adet bulanık eğer-ise (if-then) kuralını içerir [11].

Kural 1: Eğer x, A_1 ve y, B_1 ise $f_1 = p_1x + q_1y + r_1$

Kural 2: Eğer x, A_2 ve y, B_2 ise $f_2 = p_2x + q_2y + r_2$

ANFIS yapısında bulunan 6 katman sırasıyla, girdi katmanı, bulanıklaştırma katmanı, kural katmanı, normalizasyon katmanı, durulaştırma katmanı ve toplam katmanı olarak ifade edilebilir [12]. Şekil 3'te iki girişli Sugeno tip bulanık çıkarım yöntemine işlevsel olarak eşdeğer olan ANFIS yapısı görülmektedir.



Şekil 3. ANFIS (Adaptif Ağ Tabanlı Bulanık Çıkarım Sistemi) Yapısı

IV. UYGULAMA VE BULGULAR

Çalışmada 1950 – 2014 dönemlerine ait Türkiye için net elektrik tüketimi (y), ekonomik büyüme (GSYİH) (x_1), nüfus (x_2), ihracat (x_3) ve ithalat (x_4) verileri kullanılmıştır. Veriler, TEDAŞ (Türkiye Elektrik Dağıtım ve Tüketim İstatistikleri) ve Bütçe ve Mali Kontrol Genel Müdürlüğü (BUMKO) web sayfalarından temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan model şu şekildedir.

$$y = f(x_1, x_2, x_3, x_4)$$

Uygulamada kullanılan YSA modelleri için verilerin ilk 52 veri (%80) eğitim, son 13 değeri (%20) ise test için kullanılmıştır. YSA modellerinde gizli katman aktivasyon fonksiyonu olarak sigmoid (Logsig) ve hiperbolik tanjant (Tansig) aktivasyon fonksiyonu, çıktı katmanında ise purelin aktivasyon fonksiyonu kullanılmıştır. Aşırı küçük ve aşırı büyük değerlerin ağı yanlış yönlendirme olasılığını ortadan kaldırmak için girdi setleri [0 1] aralığında normalleştirilmiştir. YSA modelleri, 1 girdi katmanı, 1 gizli katman ve 1 çıktı katmanı olacak şekilde oluşturulmuş, yüksek modelleme yeteneği ve etkin yakınsama tekniğinden dolayı Levenberg-Marquardt öğrenme algoritması ile eğitilmiştir. Tek gizli katmanlı ağlarda gizli katman nöron sayısına ilişkin önerilerden n [13], $2n+1$ [14] ve $2n$ [15] olacak şekilde gizli nöron sayıları belirlenmiştir. Bu öneriler çerçevesinde modelimizde 4 girdi değişkeni olduğundan gizli katman nöron sayıları 4, 8 ve 9 olarak belirlenmiştir [16].

Tablo II’de Test işlemi sonucunda elde edilen tahmin değerleri, gerçek değerlerle karşılaştırılarak Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE) değerleri hesaplanmış ve farklı mimarilere sahip YSA modellerinin tahmin performansları karşılaştırılmıştır.

TABLO II. ÇKA VE ELMAN AĞI TAHMİN PERFORMANSLARI

Modeller	Ağ Yapısı	Gizli Katman Nöron Sayısı	Gizli Katman Aktivasyon Fonksiyonu	Çıktı Katman Aktivasyon Fonksiyonu	MAPE
Model 1	ÇKA	4	Logsig	Purelin	% 41.13
Model 2	ÇKA	4	Tansig	Purelin	% 24.59
Model 3	ÇKA	8	Logsig	Purelin	%

					27.86
Model 4	ÇKA	8	Tansig	Purelin	% 22.39
Model 5	ÇKA	9	Logsig	Purelin	% 11.31
Model 6	ÇKA	9	Tansig	Purelin	% 29.99
Model 7	Elman Ağı	4	Logsig	Purelin	% 16.43
Model 8	Elman Ağı	4	Tansig	Purelin	% 08.48
Model 9	Elman Ağı	8	Logsig	Purelin	% 16.43
Model 10	Elman Ağı	8	Tansig	Purelin	% 36.25
Model 11	Elman Ağı	9	Logsig	Purelin	% 21.84
Model 12	Elman Ağı	9	Tansig	Purelin	% 26.40

Kurulan mimarilere ait performans sonuçları Tablo II’de verilmiştir. ÇKA için gizli katman nöron sayısının 9 olduğu 4-9-1 mimarisi, Elman Ağı için ise gizli katman nöron sayısının 4 bulunduğu 4-4-1 mimarisi yapılan denemeler içerisinde en iyi mimariye sahip modellerdir. Türkiye için net elektrik tüketimi tahmini amacıyla denenen YSA modelleri içerisinde en başarılı tahmin performansı sergileyen YSA modeli ise Elman Ağı modeli olan Model 8’dir. Bu modele ait MAPE değeri % 08.48 bulunmuş ve kullanılan modeller içerisinde en düşük hata düzeyine sahip olduğu görülmüştür.

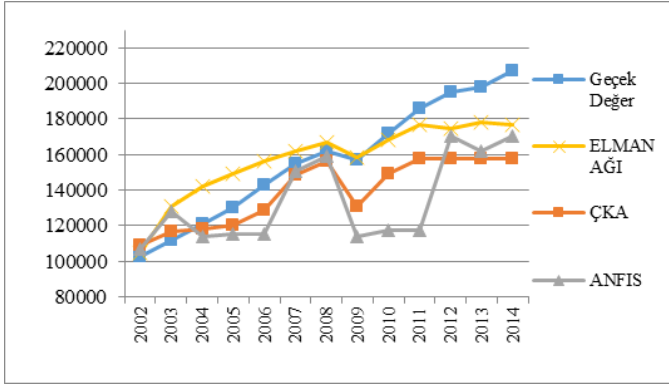
ANFIS yönteminin kullanıldığı modellerde birçok üyelik fonksiyon sayısı ve üyelik fonksiyon tipi denenmiştir. Yapılan denemeler sonucunda, gauss üyelik fonksiyon tipi (gaussmf) ve sabit (constant) çıktı üyelik fonksiyon tipinin kullanıldığı modelin en iyi performansa sahip ANFIS modeli olduğu görülmüştür. Ayrıca bu modelin üyelik fonksiyon sayısı GSYİH girdisi için 3, nüfus girdisi için 4, ithalat ve ihracat için ise 2 olarak elde edilmiştir. Hibrit (En Küçük Kareler Yöntemi ile Geri Yayılım Öğrenme Algoritmasını birlikte kullanan) öğrenme algoritması ile eğitilen bu modelin MAPE değeri % 15.71 olarak elde edilmiştir.

Tablo III’de gerçek değerler ve en iyi mimariye sahip ÇKA, Elman Ağı ve ANFIS tahmin değerleri, Grafik 1’de ise gerçek değerler ve elde edilen tahmin değerlerinin grafiği verilmiştir.

TABLO III. GERÇEK DEĞERLER, EN İYİ MİMARİYE SAHİP ÇKA, ELMAN AĞI VE ANFIS TAHMİN DEĞERLERİ

Tarih	Geçek Değerler	ÇKA Tahmin Değerleri	ELMAN AĞI Tahmin Değerleri	ANFIS Tahmin Değerleri
2002	102948	109227	104738	107089
2003	111766	116578	130976	127958
2004	121142	118006	142088	114020
2005	130263	120176	149128	115088
2006	143071	128979	156251	115677
2007	155135	148231	161972	150901
2008	161948	156499	166691	158994

2009	156894	131092	158442	114306
2010	172051	149326	168686	117475
2011	186100	157580	177024	117637
2012	194923	157464	174949	170239
2013	198045	157640	177983	161747
2014	207375	157443	176526	170335



Grafik 1. Gerçek Değerler ve Elde Edilen Tahmin Değerlerinin Grafiği

Modellerin tutarlılığının testi için seçilen 2002-2014 dönemi test kümesi tahmin sonuçlarının gerçek değerlere yakın değer olması, tahmin sonuçlarının güvenilirliği hakkında olumlu fikir verdiği ifade edilebilir.

V. SONUÇ

Yapılan çalışmada, net elektrik tüketimi tahmininde ÇKA ve Elman Ağı olmak üzere iki farklı YSA modeli ve ANFIS modeli kullanılmış, hangi modelin daha başarılı olduğu araştırılmıştır.

Kullanılan YSA modelleri içerisinde ÇKA için 4-9-1 mimarisi, Elman Ağı için 4-4-1 mimarisi en iyi performansa sahip YSA modelleri olarak elde edilmiştir. Kullanılan ANFIS modelleri içerisinde ise, gauss üyelik fonksiyon tipi (gaussmf) ve sabit (constant) çıktı üyelik fonksiyon tipinin kullanıldığı modelin en iyi performansa sahip ANFIS modeli olduğu görülmüştür. Ayrıca bu modelin üyelik fonksiyon sayısı GSYİH girdisi için 3, nüfus girdisi için 4, ithalat ve ihracat için ise 2 olarak elde edilmiştir.

Yöntemlerin tahmin performansları incelendiğinde Elman Ağı ile yapılan en iyi performansa sahip net elektrik tüketimi tahmininin, ÇKA ve ANFIS ile elde edilen en iyi performansa sahip tahminlerden daha başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Elman Ağı'na ait modelin MAPE değeri % 08.48 bulunmuş ve kullanılan modeller içerisinde en düşük hata düzeyine sahip olduğu görülmüştür. ÇKA ile elde edilen en iyi performansa sahip modelin MAPE değeri % 11.31, ANFIS modeli ile elde edilen en iyi performansa sahip modelin MAPE değeri ise % 15.71 olarak elde edilmiştir. [17] MAPE değeri %10'un altında hesaplanan modelleri "çok iyi", % 10 ile % 20 arasında hesaplanan modelleri "iyi", % 20 ile % 50 arasında hesaplanan modelleri "kabul edilebilir" ve % 50'nin üzerinde hesaplanan

modelleri ise "yanlış ve hatalı" olarak sınıflandırmıştır [9] ; [17]. Bu sınıflama göz önüne alınırsa, Elman Ağı ile elde edilen en iyi tahmin performansına sahip modelin "çok iyi" model, ÇKA ve ANFIS modeli ile elde edilen en iyi tahmin performansına sahip modellerin ise "iyi" modeller olduğu söylenebilir. [18] ise MAPE değerleri %10'un altında hesaplanan tahmin modellerini "yüksek doğruluk" derecesine sahip modeller olarak sınıflamıştır. Elde edilen sonuçlar YSA ve ANFIS modellerinin net elektrik tüketimi tahmininde kullanılabilecek başarılı bir yöntem olduklarını göstermiştir.

Literatürde konu ile ilgili yapılan çalışmalarda genellikle ÇKA yapısının tercih edildiği görülmektedir. Bu çalışmada literatürden farklı olarak geri beslemeli ağ yapısı olan Elman Ağı ve ANFIS yapısı kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar elektrik tüketimi tahmininde YSA modelleri ile yapılan tahminlerin ANFIS modeli ile yapılan tahminlerden daha iyi sonuç verdiği, YSA modelleri ile yapılan tahmin sonuçlarına göre ise literatürde yaygın olarak kullanılan ÇKA'nın aksine Elman Ağı'nın daha iyi sonuçlar verdiği bulgusuna ulaşılmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] C. Aktaş, "Türkiye'de elektrik tüketimi, istihdam ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin hata düzeltme modeliyle analizi" Dumlupınar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi, sayı 25, 61-68, 2009.
- [2] H. A. Es, F. Y. Kalender ve C. Hamzaçebi, "Yapay sinir ağları ile Türkiye net enerji talep tahmini" Gazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 29, No 3, 495-504, 2014.
- [3] V. Yiğit, "Estimation of Turkey net electric energy Consumption until to year 2020 using genetic algorithm" International Journal of Engineering Research and Development, Vol.3, No.2, June 2011.
- [4] C. Hamzaçebi ve F. Kutay, "Yapay sinir ağları ile Türkiye elektrik enerjisi tüketiminin 2010 yılına kadar tahmini" Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., Cilt 19, No 3, 227-233, 2004.
- [5] E. Erdogdu, "Electricity demand analysis using cointegration and ARIMA modelling: a case study of Turkey" Energy Policy, Vol. 35, No. 2, pp. 1129-1146, 2007.
- [6] G. Zhang, B. E. Patuwo and M. Y. Hu, "Forecasting with artificial neural networks: the state of the art" International Journal of Forecasting, 14, ss.35-6, 1998.
- [7] W. Huang, K. K. Lai, Y. Nakamori, S. Wang and L. Yu, "Neural networks in finance and economics forecasting" International Journal of Information Technology and Decision Making, Vol. 6, No.1, 113-140, 2007.
- [8] L. Fausett, "Fundamentals of neural networks: architecture, algorithms and applications" New Jersey: Printice Hall, 1994.
- [9] M. Çuhadar, İ. Güngör, ve A. Göksu, "Turizm talebinin yapay sinir ağları ile tahmini ve zaman serisi yöntemleri ile karşılaştırmalı analizi: Antalya iline yönelik bir uygulama" Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 14(1), 2009.
- [10] E. Öztemel, Yapay sinir ağları, İstanbul: Papatya Yayıncılık, 2003.
- [11] J. S. Jang "ANFIS: Adaptive-network-based fuzzy inference system" IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 23(3), 665-685, 1993.

- [12] E. Gemici, M. Ardiçlıoğlu ve F. Kocabaş, “Akarsularda debinin yapay zekâ yöntemleri ile modellenmesi” Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 29(2), 2016.
- [13] Z. Tang and P.A. Fishwick, “Feedforward neural nets as Models for time series forecasting” ORSA Journal on Computing, 5(4) : 374 - 385, 1993.
- [14] R.P. Lippmann, “An introduction to computing with neural nets” IEEE ASSP Magazine, 4-22, April 1987.
- [15] F.S. Wong, “Time series forecasting using backpropagation neural networks” Neurocomputing, 2: 147-159, 1991.
- [16] C. Hamzaçebi, Yapay sinir ağıları: Tahmin amaçlı kullanımı matlab ve neurosolutions uygulamalı, Bursa: Ekin Yayıncılık, 2011.
- [17] D. Lewis, “Industrial and business forecasting methods” Butterworths Publishing: London 1982.
- [18] S. F. Witt and C. Witt, “Modeling and forecasting demand in tourism” Academic Pres, London 1992.

Seçilmiş Bir Bölgede Yeni Nesil İletişim Teknolojilerinin Yaydığı Elektromanyetik Alan Seviyesinin Ölçümü ve Değerlendirilmesi

Taha Etem
Elektrik-Elektronik Mühendisliği
Muş Alparslan Üniversitesi
Muş, Türkiye
t.etem@alparslan.edu.tr

Teymuraz Abbasov
Elektrik-Elektronik Mühendisliği
İnönü Üniversitesi
Malatya, Türkiye
t.abbasov@inonu.edu.tr

Özet—Gelişen teknolojinin en önemli ürünlerini iletişim sektöründe görmekteyiz. Cep telefonları artık günlük yaşamın vazgeçilmezi olmuştur. Akıllı telefonların yaygınlaşmasıyla cep telefonları sadece konuşma ve mesajlaşmanın ötesine geçmiştir. Tüm bu teknolojik ilerlemeler çevremizdeki elektromanyetik kirliliğin her geçen gün artmasına neden olmaktadır. Bu çalışmada belirli noktalarda yapılan cep telefonu kaynaklı elektromanyetik kirliliğin 4G teknolojisinin kullanıma açılmasıyla nasıl değiştiği incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler—Elektromanyetik Alan, Ölçüm, 4G, GSM, Cep Telefonları.

Abstract—The most important products of developing technology are seen in telecommunication sector. Mobile phones are indispensable for daily life anymore. The widespread of smart phones moved mobile phones beyond just talking and messaging. All these technologic improvements increased electromagnetic pollution around us day by day. In this work, since the use of 4G technology how electromagnetic pollution changes in specific points based on mobile phones is investigated.

Index Terms—Electromagnetic Field, Measurement, 4G, GSM, Mobile Phones.

I. GİRİŞ

Günümüzde en hızlı ve en büyük teknolojik ilerlemenin iletişim teknolojilerinde olduğunu söyleyebiliriz. Cep telefonun keşfiyle insanların birbiriyle iletişim kurması her zamankinden daha kolay bir hale gelmiştir. Daha sonra cep telefonu tabirinin yerini alan akıllı telefonlar iletişimi sadece konuşmak ve mesajlaşmanın da ötesine taşımıştır.

Cep telefonu teknolojisinin temellerinin telsiz teknolojisiyle atıldığını söyleyebiliriz. Cep telefonları üzerine yapılan ilk çalışmalar Amerika Birleşik Devletleri'nde gerçekleşmiştir. İlk cep telefonu ağı ise Japonya'da kurulmuştur. Yıllar içerisinde birçok cep telefonu üretilip denenmesine rağmen ilk seri üretim cep telefonu 1994 yılında piyasaya sürülen Nokia 1011 modeli olmuştur. Bu yıldan sonra cep telefonları gün geçtikçe küçültülmüş ve barındırdıkları özellikler arttırılmıştır [1].

Cep telefonu teknolojileri ilerlerken cep telefonu servis sağlayıcıları da sürekli gelişim göstermektedir. Analog veri üzerine kurulan 1G teknolojisi birçok sorun içermektedir. Zaten bu yıllarda cep telefonu kullanımı yaygın değildi. Zaman içerisinde çıkan 2G teknolojisi güvenli bir alt yapı sunmaya başladı. Zaman içerisinde kendi içerisinde de gelişim göstermesine rağmen ilerleyen yıllarda daha yüksek hız sunan 3G teknolojisi kullanılmaya başlandı. 3G teknolojisiyle cep telefonları üzerinden internet kullanımı yaygınlaşmıştır. Son yıllarda ortaya 4G teknolojisi ise artık cep telefonlarıyla çok yüksek hızda internet kullanımını mümkün kılmaktadır.

Cep telefonlarının öncülüğünde ilerleyen iletişim teknolojileri günlük yaşam içerisinde büyük kolaylıklar sağlasa da bu teknolojilerin sağlık üzerinde olumsuz etkileri olduğunu gösteren çalışmaların sayısı her geçen gün artmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü'ne (WHO) bağlı Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı'nın (IARC) 2001 yılında elektromanyetik dalgaları “muhtemel kanserojen” sınıfı olan 2B kategorisine alması elektromanyetik dalgaların zararlarına dikkat çekilmesinde büyük rol oynamıştır. Elektromanyetik dalgaların olumsuz etkilerini inceleyen birçok çalışma olmasına karşın sınırlı sayıda olumlu etkilerini gösteren ya da herhangi bir etkisi olmadığını savunan çalışmalar da bulunmaktadır. Olumsuz etkilerin incelendiği çalışmalarda da belirgin veriler ortaya konulamaması yada ortaya çıkan sonuçların değişken olması ve ortaya çıkan etkilerin tüm çalışmalar tarafından belirlenememesi sebebiyle uluslararası kuruluşlar ve yerel yönetimler elektromanyetik alanlara maruziyet seviyelerini belirlerken zorluk yaşamaktadır [2].

Şekil 1'de ICNIRP tarafından belirlenen elektromanyetik maruziyet sınır değerleri gösterilmektedir. Birçok ülke bu sınır değerleri referans almaktadır. Ancak ICNIRP sadece yüksek doğruluk içeren tüm yönleriyle kanıtlanmış verileri temel aldığı için ülkeler bu değerleri genellikle daha da düşürerek kullanmaktadır. Ülkemizde bu sınır değerler dörtte birine düşürülerek kullanılmaktadır. İsviçre, İtalya gibi bazı ülkeler ise bu değerlerin yaklaşık olarak onda birini kullanmaktadır.

Bu çalışmada Muş Alparslan Üniversitesi kampüsü içerisinde belirlenen 11 ayrı noktada 4G öncesi ve 4G sonrası ölçümler yapılarak karşılaştırılmıştır. 4G teknolojisinin kullanıma açılmasıyla elektromanyetik kirlilik seviyelerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir.

Frekans Aralığı (MHz)	E- alan şiddeti (V/m)		H – Alan şiddeti (A/m)		B – Manyetik Akı Yoğunluğu (μT)		Eşdeğer Düzlem Dalga Güç Yoğunluğu (W/m ²)	
	Tek cihaz için limit değeri	Ortamin toplam limit değeri	Tek cihaz için limit değeri	Ortamin toplam limit değeri	Tek cihaz için limit değeri	Ortamin toplam limit değeri	Tek cihaz için limit değeri	Ortamin toplam limit değeri
0,010-0,15	22	87	1,3	5	1,5	6,25	-	-
0,15-1	22	87	0,18/f	0,73/f	0,23/f	0,92/f	-	-
1-10	22/f ^{1/2}	87/f ^{1/2}	0,18/f	0,73/f	0,23/f	0,92/f	-	-
10-400	7	28	0,02	0,073	0,023	0,092	0,125	2
400-2 000	0,341 f ^{1/2}	1,375 f ^{1/2}	0,0009 f ^{1/2}	0,0037 f ^{1/2}	0,001 f ^{1/2}	0,0046 f ^{1/2}	f/3 200	f/200
2 000-60 000	15	61	0,04	0,16	0,05	0,2	0,625	10

$f = \text{frekans (MHz)}$

Şekil 1. Elektromanyetik Alan Sınır Değerleri [3]

II. MATERYAL VE METHOD

Ülkemizde elektromanyetik maruziyet limitlerini belirleyen kurum olan Bilgi Teknolojileri Kurumu (BTK) tarafından belirlenen standartlara göre bir baz istasyonu çevresinde ölçüm yapılırken tüm yönlerde belirli aralıklarda ölçüm yapılmalı ve ölçümler 6 dakikalık ölçümlerin ortalaması şeklinde alınmalıdır.

Yoğun olarak kullanıldığı belirlenen noktalarda yaptığımız ölçümlerde standartlara uygun ölçümler yapılmıştır. Ölçümlerde Wavecontrol firmasına ait SMP2 Elektromanyetik Radyasyon (EMR) ölçüm cihazı kullanılmıştır. Cihazla birlikte WPT, mobil frekanslar için özel olarak üretilmiş probu kullanılmıştır. Cihaz ve probu Şekil 2’de görülmektedir.



Şekil 2. Ölçüm Cihazı

SMP2 elektromanyetik radyasyon ölçüm cihazının temel özellikleri şunlardır;

- 1) 1Hz’den 18 GHz’e kadar Ölçümler: RMS ve alan problemleriyle 18 GHz’e kadar ölçüm yapılabilir.
- 2) Spektrum Analizi: Özel problemlerle 1 Hz’den 400 kHz’e kadar spectrum analizi yapılabilir.
- 3) Weighted Peak Method (WPM): Seçilen limitlerde yüzdesel olarak gerçek zamanlı karşılaştırma yapılabilir.
- 4) 2013/35/EU Avrupa Standartları: ICNIRP, IEC, EN, IEEE, gibi uluslararası kuruluşların ölçüm standartlarına uygun ölçümler yapar.
- 5) GPS: Entegre GPS modülüyle ölçüm anındaki koordinatları kaydedebilir.
- 6) Bağlantı Seçenekleri: USB ve fiber optic bağlantılarını destekleyen bilgisayar yazılımı mevcuttur.

Ölçümlerde kullanılan prob ise yine aynı firmaya ait WPT probudur. Bu prob mobil telefon frekansları için özel ayarlanmış bir probdur. Ölçüm yaparken sadece cep telefonlarının 2G, 3G ve 4G için kullandığı frekans aralıklarındaki değerleri ölçerek cep telefonu ve baz istasyonu kaynaklı elektrik alan değerlerini ölçmektedir.

Tüm üniversite kampüsünü kapsayacak şekilde seçilen 11 ayrı noktada servis sağlayıcıları 4G kullanımına geçmeden önce yapılan ölçümlerle 4G kullanımı başladıktan sonra yapılan ölçümler karşılaştırılmıştır. Ölçülen değerlerin sınırlar içerisinde kalıp kalmadığı ve diğer risk unsurları değerlendirilmiştir.

Ölçümlerin tamamı günün aynı saat diliminde (13:00-14:00) yapılmıştır. Ölçümler belirli zaman aralıklarında tekrarlanarak elektromanyetik kirlilik seviyesindeki geçici değişimler minimize edilmeye çalışılmıştır. Aynı zamanda ölçümlerin

sürekli aynı noktalarda yapılması ve bu noktaların ölçüm alanına olabildiğince homojen dağılıyor olması bölge hakkında genel bir kanı oluşturmaya yardımcı olmaktadır.

SMP2 ölçüm cihazı 1 Hz - 18GHz frekans aralığında ölçüm yapabilmektedir. Ancak kullanmış olduğumuz WPT probu cep telefonu frekanslarına özel hazırlanmış bir probdur. Bu probta 2G, 3G ve 4G frekanslarındaki tüm bantlar ölçülebilmektedir. Bu bantlar dışındaki herhangi bir frekans bandı bu prob tarafından ölçülmemektedir.

III. BULGULAR VE ARAŞTIRMA

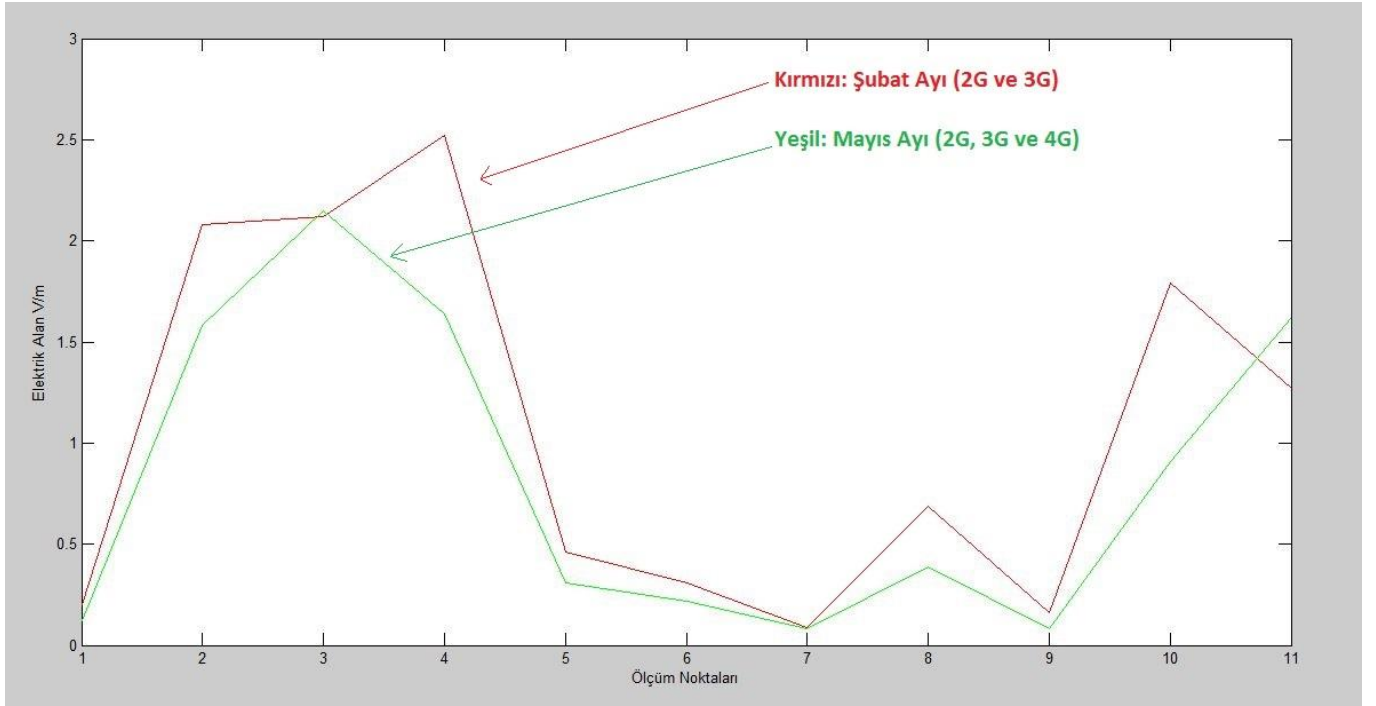
Şekil 3'te 4G teknolojisi kullanılmıyorken şubat ayında sadece 2G ve 3G kullanımlarını gösteren elektrik alan eğrisi ve 4G kullanılmaya başlandıktan sonra mayıs ayında yapılan 2G, 3G ve 4G frekanslarındaki elektrik alan değerleri görülmektedir.

Yapılan ölçümler sonucunda 4G teknolojisi kullanılmaya başlandıktan sonra elde edilen elektrik alan ölçüm sonuçlarının eskiye göre %21 oranında azaldığı görülmüştür. 11 ölçüm noktası içinde 2 noktada mayıs ayı ölçümleri daha yüksekken 1 noktada eşit sonuçlar alınmış ve geriye kalan 8 noktada şubat ayı ölçümlerinin daha yüksek olduğu görülmüştür.

Şubat ayı dışında da her ay düzenli yapılan ölçümler bulunmaktadır. Bu ölçümlerle de karşılaştırıldığında yine Mayıs, Haziran, Temmuz gibi aylarda yapılan ölçümlerin tümü Aralık, Ocak, Şubat gibi aylarda yapılan ölçümlerden daha düşük seviyede olduğu belirlenmiştir. 11 ayrı noktanın 8 aylık periyottaki ortalama elektrik alan değerleri Tablo I'de gösterilmiştir.

TABLO I. AYLARA GÖRE ÖLÇÜM SONUÇLARI

Ölçüm Yapılan Ay	Ortalama Elektrik Alan Değeri
Aralık 2015	1.12 V/m
Ocak 2016	0.96 V/m
Şubat 2016	1.07 V/m
Mart 2016	1.08 V/m
Nisan 2016	0.97 V/m
Mayıs 2016	0.85 V/m
Haziran 2016	0.86 V/m
Temmuz 2016	0.81 V/m



Şekil 3. Ölçüm Sonuçları



Şekil 4. Ölçüm Noktaları

IV. SONUÇLAR

Yaptığımız bu çalışmada Muş Alparslan Üniversitesi içerisinde 11 ayrı noktada elektrik alan ölçümleri iki farklı zamanda yapılarak 4G teknolojinin elektromanyetik kirliliğe etkisi araştırılmıştır. Beklenenin aksine 4G sonrası elektrik alan seviyelerinin daha düşük olması bu teknolojiyle elektromanyetik kirlilik seviyelerinin çok fazla değişmediğinin göstermektedir. Ancak bu düşüş ölçümlerin aynı zaman diliminde (13:00-14:00 arası) yapılmasına rağmen o an kampüste bulunan cep telefonu kullanıcı sayısına da bağlanabileceği unutulmamalıdır.

Bu çalışmada kullanılan değerler şubat ve mayıs ayında yapılan elektromanyetik kirlilik ölçümleri sonuçları neticesinde elde edilen değerlerdir. 4G ölçümlerinin etkilerinin araştırılmasında grafikte gösterilmese de 4G öncesi Mart ve Ocak ayı ölçümleriyle 4G sonrası Haziran ayı ölçümleri de karşılaştırılmıştır. Bu ölçümlerin tümünde 4G sonrasındaki ölçümler daha düşük seviyelerde görülmüştür. Haziran ayı sonrası ölçümler ise hem üniversite personelinin hem de öğrencilerin kampüs alanı içerisinde minimum düzeyde bulunmaları nedeniyle değerlendirme yapılırken kullanılmamıştır.

Yapılan tüm ölçümler içinde 4G kullanımına başladıktan sonra yapılan ölçümlerin ortalama %20 daha az olduğu hesaplanmıştır. Mayıs ile Şubat ayları arasında yapılan karşılaştırma sonucunda da %21'lik fark olduğu görülmüştür.

References

- [1] <http://www.bilim-teknoloji.com/cep-telefonunun-tarihsel-gelisimi-kronolojik/> [online], 16 Mayıs 2016.
- [2] ICNIRP, "ICNIRP Guidelines For Limiting Exposure To Time-Varying Electric And Magnetic Fields", Health Physics, cilt.99 no.6, s.818-836, 2010.
- [3] <http://ema-olcum.btk.gov.tr/> [online], 2 Şubat 2016.
- [4] Cansız M., Abbasov T., Kurt M. B., Çelik A. R., "Mobile Measurement of Radiofrequency Electromagnetic Field Exposure Level and Statistical Analysis", Journal of the International Measurements, cilt.86, s.159-164

Türkiye'deki Üniversitelerin Akademik Yapısının Uyum Uygunluk Analizi İle İncelenmesi

The Investigation of the academic structures of universities in Turkey via correspondence analysis

Özel SEBETCİ

Aydın Meslek Yüksekokulu Bilgisayar Programcılığı
Adnan Menderes Üniversitesi
Aydın, Türkiye
osebetci@adu.edu.tr

Gökhan AKSU

Aydın Meslek Yüksekokulu
Adnan Menderes Üniversitesi
Aydın, Türkiye
gokhanaksu1983@hotmail.com

Ali TEMURTAŞ

Adıyaman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Matematik ve
Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü
Adıyaman Üniversitesi
Adıyaman, Türkiye
temurtasali@gmail.com

Mehmet Taha ESER

Türkiye Belediyeler Birliği Eğitim Müdürlüğü
Ankara, Türkiye
tahaeser@gmail.com

Özet—Bu çalışmanın amacı Türkiye'deki üniversitelerin akademisyen ve bölüm sayılarına göre benzer ve farklı yönlerinin ortaya çıkarılmasıdır. Bu amaç kapsamında ülkemizdeki toplam 185 üniversiteden ölçüt örnekleme yöntemiyle URAB verilerine ilk 100 arasında olanlar örnekleme dahil edilmiştir. Verilerin analizinde çok değişkenli istatistiksel yöntemlerden biri olan uygunluk analizi kullanılmıştır. Çoklu uygunluk analizi yardımıyla satır ve sütunlardan oluşan çapraz tabloların yapılarını belirlemek amacıyla matematiksel modeller kullanılarak çok boyutlu uzayda değişken kategorilerini temsil eden noktaları içeren iki boyutlu bir grafik elde edilmektedir. Çalışma sonucunda bölüm kategorilerinden doktora sayılarına göre Ege, Ankara, ODTÜ, Marmara, Gazi, Hacettepe, İstanbul, Atatürk ve İnönü Üniversiteleri arasında uyum olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında akademisyen kategorilerinden profesör sayılarına göre Ankara, İstanbul, İstanbul Teknik, Ege ve Başkent Üniversiteleri arasında uyum olduğu belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca Özyeğin, Bilkent, Kadir Has, Sabancı, Bahçeşehir, Koç ve İstanbul Ticaret Üniversitelerinin araştırma kapsamında ele alınan değişkenler bakımından uyum göstermediği belirlenmiştir. Çalışma sonucunda çoklu uygunluk analizi ile ilgili benzer çalışmaların farklı veri gruplarıyla tekrarlanması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler—Çoklu uygunluk, uyum-uygunluk, üniversiteler, akademik programlar, akademik personel

Abstract—The purpose of this study is to reveal the similarities and differences between the universities in Turkey with regard to the numbers of academicians and departments. Within the scope of this objective, we included by the criterion sampling method the first 100 universities among the total 185 universities in our country according the URAB data. Conformity analysis, one of the multivariate statistical methods, was used in the data analysis. A two-dimensional graphic is obtained including the points representing the variable categories in the multi-dimensional space by using mathematical models to determine the structures of crosstabs consisting of the rows and columns through multiple conformity analysis. As a result of the study, it was determined that there was a conformity between the Ankara, Otdü, Marmara, Gazi, Hacettepe, İstanbul, Atatürk and İnönü Universities. In addition, a conformity was determined between the Ankara, İstanbul, İstanbul Teknik, Ege and Başkent universities according to the professor numbers within the academician categories. It was determined that there was no conformity between the Özyeğin, Bilkent, Kadir Has, Sabancı, Bahçeşehir, Koç and İstanbul Ticaret Universities regarding the variables addressed within the study. Based on the study, it is suggested that similar studies of multiple conformity analysis should be repeated with the different data groups.

Key Words—Multiple confirmity, correpondence-confirmity, unievrsties, academic programs, academic personnel

GİRİŞ

Çoğu araştırma alanlarında olasılık tablolarının kullanımı oldukça yaygındır. Arkeologlar, politika bilimciler, sosyologlar, biyologlar ve eğitimciler sınıflandırılmış verileri özetlemek amacıyla olasılık tablolarını kullanmaktadırlar (Alberti, 2015). Kategorik değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemek, bu ilişkilerden anlamlı sonuçlar çıkarmak ve hipotezleri test etmek amacıyla çok değişkenli istatistiksel yöntemlere başvurulmaktadır (Reynolds, 1977). Büyük veri matrislerin analizinde çok değişkenli istatistiksel yöntemler kullanılarak birden fazla değişkene ilişkin sonuçların yorumlanmasında ve özetlenmesinde ortaya çıkan güçlüklerin azaltılması amaçlanmaktadır (Suner, 2007). Geniş uygulama alanı olmasına rağmen, çok değişkenli istatistiksel analiz tekniklerinin bazı varsayımlarının karşılanması oldukça zordur. Bu varsayımların en önemlisi “n sayıda birimden elde edilen p sayıda değişkenin çok değişkenli normal dağılım gösterdiği” varsayımdır (Özdamar, 2004). Bu varsayımın karşılanmaması durumunda veri dönüşümü yöntemleri uygulanmasına rağmen çoğu zaman veri kaybı olması gibi sebeplerle bu dönüşümler kullanılamamaktadır (Tatlidil, 1996). Uygunluk analizi, verilerin dağılımı hakkında herhangi bir varsayımda bulunmamaktadır ancak grafiksel bir teknik olduğu için hem satırlar hem de sütunlar açısından dışta kalan uç değerlere karşı oldukça duyarlıdır (Bayram, 2000).

Çok değişkenli istatistiksel yöntemlerden biri olan çoklu uygunluk analizi ile büyük tablolardaki kategorik değişkenler arasındaki ilişkiler tanımlanabilmektedir. Diğer çok değişkenli istatistiksel yöntemlerden farklı olarak çoklu uygunluk analizinde veri matrislerinin sadece satırlarında belirtilen düzeyler arası ilişkilere bakmak yerine sütunlarda belirtilen düzeyler arası benzerlik ve farklılıklar da analiz edilebilmektedir (Clausen, 1998). Frekans tablosunda yer alan satırlar ve sütunlar arasındaki ilişkiler, iki boyutlu haritalar yardımıyla görsel olarak raporlanabilmektedir (Greenacre, 1984). Harita üzerindeki objeler arasındaki uzaklıklar benzerlikleri göstermektedir. Birbirine yakın olan objeler daha fazla benzer özelliklere sahipken uzak olanlar daha az benzerliğe sahiptirler (Blazun, Kokol ve Vosner, 2015). Başka bir ifadeyle birbirine benzer kategoriler uzayda daha yakın noktalar olarak yer alırken, benzeşmeyen yapılar daha uzak noktalarda yer almaktadırlar. Bir sonraki aşamada çok-boyutlu

uzayda değişkenlerin kategorileri olarak bilinen tüm noktalar en yakın eksenleri belirlenerek iki-boyutlu uzayda gösterilmektedir (Nenadic ve Greenacre, 2007).

Çoklu uygunluk analizinde, değişkenler arasındaki fark bir kayıp fonksiyonu ile verilmektedir. Burada amaç, kayıp fonksiyonunu minimum ve değişkenler arası homojenliği maksimum yapmaktır (Abdi ve Valentin, 2007). Uygunluk analizinde amaç karmaşık yapıdaki bir veri matrisinden önemli bir bilgi kaybı olmayacak şekilde daha basit yapıdaki yeni bir azaltılmış veri matrisi oluşturmaktır (Beh ve Lombardo, 2014). Tabloların satır ve sütunlarında yer alan kategoriler arasındaki ilişkiyi grafiksel olarak gösterebilmek amacıyla faktörler oluşturulmaktadır. Bu faktörler eş zamanlı olarak hangi sütun kategorisinin hangi satır kategorisi üzerinde daha fazla ağırlığa sahip olduğunu göstermektedir (Greenacre ve Hastie, 1987). Eksenlerin kesiştiği nokta (orijin) başlangıç noktası (centroid) olarak isimlendirilmekte ve profiller arasında hiçbir farklılık olmadığı yer olarak düşünülmektedir (Alberti, 2015). Başlangıç noktasından uzaklaştıkça hangi kategorik değişkenlerin hangi boyut üzerinde daha fazla etkiye sahip olduğu görülebilmektedir. Uygunluk analizinde varyans kavramı yerine çapraz tablonun Pearson ki-kare değerleri veya değişken kategorilerinin birbirlerine olan öklid uzaklıkları kullanarak elde edilen toplam inertia değerinin parçalanması hedeflenmektedir (Camiz ve Gomes, 2013). Diğer çok değişkenli istatistiksel analizlerde kullanılan varyans teriminin karşılığı uyum analizinde inertia terimidir. Toplam inertia terimi, profil noktalarının merkeze olan uzaklıklarının toplam bir ölçüsüdür ve noktanın ağırlığı ile noktanın merkeze olan uzaklığın karesinin çarpımlarının toplamına eşittir (Clausen, 1998). Buna göre toplam inertia değeri sıfıra yaklaştıkça, satır veya sütun profilleri merkezde toplanmaktadır. Toplam inertia değeri sıfırdan uzaklaştıkça, satır veya sütun profilleri merkezden belli ölçüde uzaklaşmaktadır (Roux ve Rouanet, 2010). Toplam inertia'nın boyutlar tarafından parçalanmış haline ise öz değer denilmektedir. Özdeğer boyutların göreceli önemliliklerini ya da toplam inertia'nın ne kadarlık kısmını açıklayabildiklerini ifade etmektedir (Alpar, 2013).

Uygunluk analizi arkeoloji (Bolkiven, Helskog, Helskog, Holm-Onsen, Solheim ve Bertelsen, 1982; Alberti, 2013), deniz biyolojisi (Ambroso, vd.

2013), fosil bilimi (Frudenthal, Martin-Suares, Gallardo, Daroca ve Minver, 2009), pazar araştırmaları (Bendixen, 1995), yemek tercihlerinin analizi (Beh, Lombardo ve Simonetti, 2011), metin çözümlemesi (Blanco, 2007), suç araştırmaları (Harcourt, 2006) ve buna benzer diğer (Blasius ve Greenacre, 1998; Beh ve Lombardo, 2014) birçok araştırmada kullanılmaktadır. Bu geniş kullanım alanına rağmen ülkemizde üniversiteler ve üniversitelerde yer alan öğretim elemanı ve bölüm sayılarının nasıl bir yapıda olduğuna ilişkin bir çalışma yapılmamıştır. Bu çalışmada ilk yüzde yer alan üniversitelerin bölüm sayılarına göre benzer ve farklı yönlerinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Bu bağlamda ülkemizde ilk yüzde yer alan üniversitelerin uyum uygunluk analizi yardımıyla benzer ve farklı yönlerinin ortaya çıkarılması alana sağlayacağı katkı bakımından önemli görülmektedir. Araştırmanın problem cümlesi ülkemizde ilk yüzde yer alan üniversitelerin bölüm sayılarına ve akademisyen sayılarına göre değişiklik gösterip göstermediğinin belirlenmesidir. Problem cümlesine bağlı kalınarak aşağıdaki alt problemlere yanıt aranmıştır.

- Türkiye'deki üniversitelerin fakülte, anabilim dalı, meslek yüksekokulu, yüksek lisans ve doktora sayılarına göre aralarında uyum var mıdır?
- Türkiye'deki üniversitelerin profesör, doçent, yardımcı doçent, öğretim görevlisi ve araştırma görevlisi sayılarına göre aralarında uyum var mıdır?

YÖNTEM

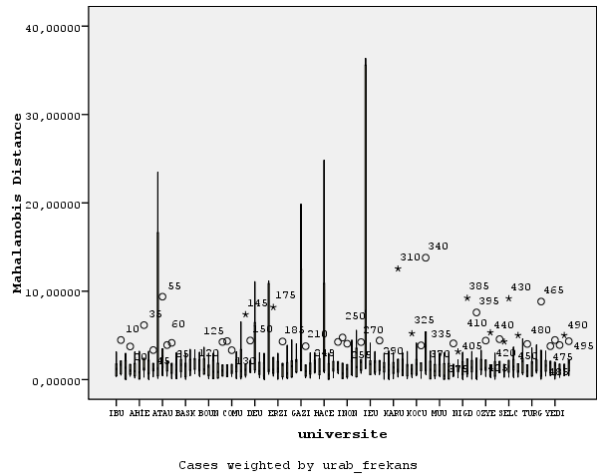
Evren ve Örneklem

Araştırmada kapsamında ülkemizde yer alan 185 üniversitenin tamamı çalışmanın evrenini oluşturmaktadır (YÖK, 2016). Evrenin tamamı analize dahil edilmiş olmasına rağmen uyum uygunluk analizinde elde edilen iki boyutlu grafiklerin daha kolay yorumlanabilmesi amacıyla örnekleme yoluna gidilmiştir. Çalışmada seçkisiz olmayan örnekleme yöntemlerinden amaçsal örnekleme yöntemlerinden biri olan ölçüt örnekleme tekniği kullanılmıştır. Örnekleme dahil edilecek üniversitelerin belirlenmesinde ölçüt olarak UniversityRankingbyAcademicPerformance (URAP) verilerine göre ilk yüze girme koşulu

belirlenmiştir. Bu kapsamda URAP verilerine göre ilk yüze giren üniversitelerin bölüm sayıları ile akademisyen sayılarına ilişkin tanımlayıcı istatistikleri çalışmanın ekinde gösterilmiştir.

Verilerin Toplanması ve Analizi

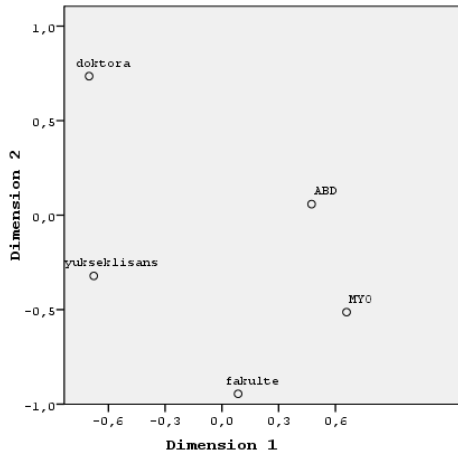
Çalışma kapsamında ele alınan veriler Yüksek Öğretim Kurumunun resmi internet sayfasında yer alan İstatistikler menüsündeki öğretim elemanı ve birim istatistiklerinden elde edilmiştir. Verilerin analizinde çok değişkenli istatistiksel yöntemlerden biri uygunluk analizi kullanılmıştır. Bu analiz ile veri matrisindeki satır ve sütunlarda yer alan iki ya da daha çok kategorik değişken arasındaki ilişki veri matrisinin satır ve sütun bölgelerine ayrışmasıyla incelenabilmektedir (Suner ve Çelikoğlu, 2008). Analiz yardımıyla çapraz tabloların yapılarını belirlemek amacıyla matematiksel modeller kullanılarak çok boyutlu uzayda değişken kategorilerini temsil eden noktaları içeren iki boyutlu bir grafik elde edilmektedir. Analiz sonucunda elde edilen özdeğerlere göre her bir değişkenin hangi boyuta ne düzeyde katkı yaptığı belirlenmektedir. Uygunluk analizinde diğer çok değişkenli istatistiksel yöntemlerde aranan verilerin normalliği, doğrusallık ve homojenlik varsayımları gerekli olmadığı için sadece uç değerler analiz edilmiştir. Çok değişkenli uç değerleri için Mahalanobis uzaklıkları incelenmiştir. Her birey için ki-kare dağılımından elde edilen Mahalanobis uzaklığı, her bireyin diğer bireyler için hesaplanan tüm değişkenlerin ortalamalarının kesişim noktası olan ağırlık merkezinden uzaklığıdır (Tabachnick ve Fidel, 2010). Üniversiteler için elde edilen uç değerler Şekil 1'de gösterilmiştir.



İki sürekli değişkenin bulunduğu bir araştırmada Mahalanobis uzaklığı için kritik değer 13.82'dir. Bu değerın üstündeki Mahalanobis değerleri uç değer olarak kabul edilmektedir (Pallant, 2005). Çalışmada sadece Hacettepe Üniversitesi (24,83) ve İstanbul Üniversitesi (36,35) uç değer olarak belirlenmiştir. Çalışmada uç değerleri analiz dışında bırakmak yerine frekans sayılarına göre ağırlıklandırma yoluna gidilmiş ve böylece veri setinin tamamı analize dahil edilmiştir.

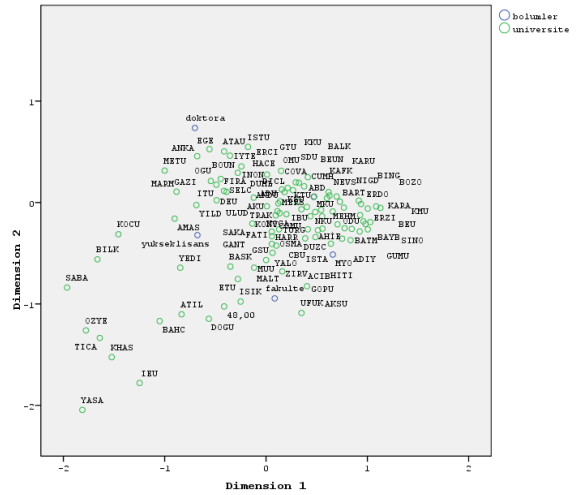
BULGULAR

Uygunluk analizinde noktaların boyutlara katkısını gösteren inertia değerlerinin belirlendikten sonra birinci ve ikinci boyutta etkili olan değişkenler görsel olarak Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Bölümlere İlişkin Uygunluk Analizi Grafiği

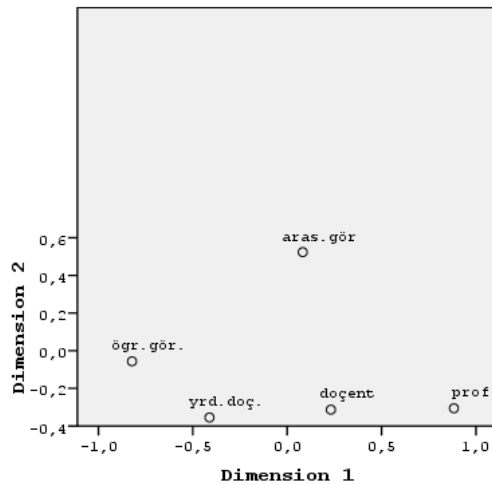
Uygunluk analizi grafiği incelendiğinde fakülte sayılarının tek başına bir boyutu, anabilim dalı, meslek yüksekokulu, yüksek lisans ve doktora değişkenlerinin ise ikinci boyutu oluşturduğu görülmektedir. Bölümlerin ardından Türkiye'deki ilk 100 üniversitenin çalışma kapsamında ele alınan 5 kategorik değişkene göre nasıl bir uyum gösterdiğinin belirlenmesi amacıyla çoklu uygunluk analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda bölümler ve üniversitelerin bu bölümlere göre nasıl bir uyum gösterdiği Şekil 3'te yer alan iki boyutlu grafik üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 3. Bölümler ve Üniversitelere İlişkin Çoklu Uygunluk Analizi Grafiği

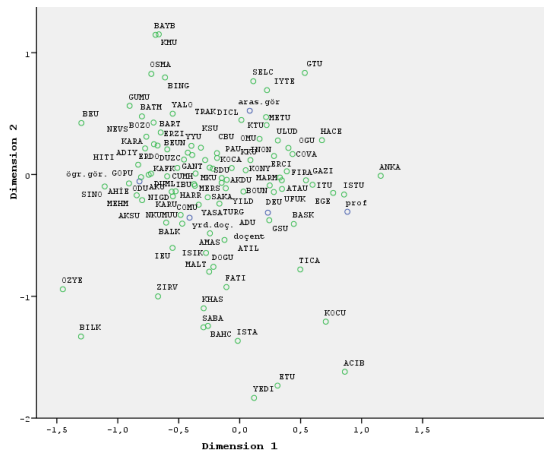
Çoklu uygunluk analizi sonucunda doktora sayılarına göre Ege, Ankara, ODTÜ, Marmara, Gazi, Hacettepe, İstanbul, Atatürk ve İnönü Üniversiteleri arasında uyum olduğu görülmektedir. Başka bir ifadeyle bu üniversiteler doktora sayılarına göre benzerlik göstermektedir. Fakülte sayılarına göre Işık, Maltepe, Zirve, Acıbadem, Gazi Osman Paşa, Ufuk ve Aksaray Üniversitelerinin benzer özelliklere sahip olduğu görülmektedir. Yüksek lisans sayılarına göre sadece Amasya ve Yeditepe üniversiteleri benzerlik gösterirken Meslek yüksek okulu sayılarına göre İstanbul, Hitit, Adıyaman ve Ahi Evran Üniversitelerinin uyum içerisinde oldukları görülmektedir. Bunun yanında Diğer üniversitelerin Anabilim dalı sayıları bakımından oldukça benzer özelliklere sahip olduğu görülmektedir. Nitekim Şekil 3 incelendiğinde üniversitelerin Anabilim Dalı etrafında kümelandikleri görülmektedir. Bunların dışında Yaşar, İzmir Ekonomi, Kadir Has, İstanbul Ticaret ve Özyeğin Üniversitelerinin diğer üniversitelerden daha farklı bir yapıda oldukları ve çalışma kapsamında ele alınan değişkenler bakımından farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

Türkiye'deki üniversitelerin profesör, doçent, yardımcı doçent, öğretim görevlisi ve araştırma görevlisi sayılarına göre aralarında uyum olup olmadığını belirlemek amacıyla gerçekleştirilen uygunluk analizinde noktaların boyutlara katkısını gösteren inertia değerlerinin belirlendikten sonra birinci ve ikinci boyutta etkili olan değişkenler görsel olarak Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 4. Bölümlere İlişkin Uygunluk Analizi
Grafığı

Uygunluk analizi grafiği incelendiğinde öğretim görevlisi, yardımcı doçent, doçent ve profesör sayılarının bir boyutu; araştırma görevlisi sayısının ise tek başına ikinci boyutu oluşturduğu görülmektedir. Akademisyen kategorilerinin ardından Türkiye’deki ilk 100 üniversitenin çalışma kapsamında ele alınan 5 kategorik değişkene göre nasıl bir uyum gösterdiğinin belirlenmesi amacıyla çoklu uygunluk analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda akademisyenler ve üniversitelerin nasıl bir uyum gösterdiği Şekil 5’te yer alan iki boyutlu grafik üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 5. Akademisyen Kategorileri ve Üniversitelere İlişkin Çoklu Uygunluk Analizi Grafiği

Çoklu uygunluk analizi sonucunda profesör sayılarına göre Ankara, İstanbul, İstanbul Teknik, Ege ve Başken Üniversiteleri arasında uyum olduğu görülmektedir. Başka bir ifadeyle bu üniversiteler profesör sayılarına göre benzerlik göstermektedir.

Araştırma görevlisi sayılarına göre Selçuk, İzmir Yüksek Teknoloji, Trakya, Dicle, Karadeniz Teknik ve Orta Doğu Teknik Üniversitelerinin benzer özelliklere sahip olduğu görülmektedir. Bunun yanında Diğer üniversitelerin doçent, yardımcı doçent ve öğretim görevlisi sayıları bakımından oldukça benzer özelliklere sahip olduğu görülmektedir. Nitekim Şekil 3 incelendiğinde üniversitelerin doçent, yardımcı doçent ve öğretim görevlisi kategorileri etrafında kümelandikleri görülmektedir. Bunların dışında Özyeğin, Bilkent, Yeditepe, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi ve Acıbadem Üniversitelerinin diğer üniversitelerden daha farklı bir yapıda oldukları ve çalışma kapsamında ele alınan değişkenler bakımından farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu araştırma ülkemizdeki üniversitelerin bünyelerindeki bölümleri ile akademisyen kategorileri bakımından benzer özelliklere sahip olup olmadıkları çoklu uygunluk analizi yöntemi ile belirlenerek sonuçların görsel olarak sunulması amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bunun yanında çalışmada çok değişkenli istatistiksel yöntemlerden biri olan uygunluk analizi ile ilgili eğitim alanında yapılmış çalışma sayısının az olması sebebiyle ilgili alana katkı sağlanacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada Türkiye'deki üniversitelerin akademik yapılarına göre uyup gösterip göstermediği belirlenmeye çalışılmıştır. Özellikle URAB verilerine göre ilk sıralarda yer alan ODTÜ, Ege, İstanbul, İstanbul Teknik, Hacettepe, Gazi ve Ankara Üniversitelerinin bünyelerinde bulunan bölümlerden doktora sayılarına göre benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuç URAB verilerine göre ilk sıralarda yer alan üniversiteler için doktora bölümlerinin oldukça önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bunun yanında yine ilk sıralarda yer alan üniversitelerin akademisyen kategorileri içerisinde profesör sayılarına göre benzerlik gösterdiği görülmektedir. Elde edilen bu sonuç URAB verilerine göre ilk sıralarda yer alan üniversiteler için profesör sayılarının oldukça önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Elde edilen sonuçlar bir bütün olarak değerlendirildiğinde ülkemizdeki en saygın üniversitelerin profesör ve doktora programları bakımından uygunluk gösterdiği belirlenmiştir. Bunun dışında araştırma kapsamında ele alınan diğer kategorik değişkenlere

göre Özyeğin, Bilkent, Kadir Has, Sabancı, Bahçeşehir, Koç ve İstanbul Ticaret Üniversitelerinin uyum göstermediği, başka bir ifadeyle bu üniversitelerin diğer üniversitelerden farklı bir yapıda olduğu belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca ilk sıralarda yer alan saygın üniversiteler ile iki boyutlu grafiklerde diğerlerin farklı özellik gösteren üniversitelerin dışındaki üniversitelerin benzer özelliklere sahip olduğu, hem bölüm hem de akademisyen sayılarına göre uyum gösterdiği belirlenmiştir

Kaynakça

- Abdi, H. ve Valentin, D. (2007). Multiple factor analysis (MFA). In N. Salkind (Ed.), *Encyclopedia of Measurement and Statistics*, CA: Sage Publications.
- Alberti, G. (2015). CAInterprTools: An R package to help interpreting Correspondence Analysis results, *SoftwareX*, 1 (2), 26-31
- Alpar, R. (2013). *Uygulamalı çok değişkenli istatistiksel yöntemler* (4. Baskı). Ankara: Detay Yayıncılık.
- Bayram, N. (2000). *Karşılık Getirme Analizi ve Bankacılık Sektörüne Uygulanması*, Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Bursa.
- Beh, E. J. ve Lombardo, R. (2014). *Correspondence analysis: Theory, practice and new strategies*. Chichester: Wiley;
- Blazun, H., Kokol, P. ve Vosner, J. (2015) Survey on specific nursing competences: Students' perceptions, *Nurse Education in Practice*, 15, 359-365
- Camiz, S. ve Gomes, G. C. (2016). Alternative method to multiple correspondence analysis in reconstructing the relevant information in a burt's table, *Pesquisa Operacional*, 36 (1), 23-44
- Clausen, S. E. (1998) *Applied Correspondence Analysis: An Introduction*, Oslo: Norwegian Institute for Urban and Regional Research.
- Greenacre, M. (1984). *Theory and Applications of Correspondence Analysis*. London: Academic Press
- Greenacre, M. J. ve Hastie T. (1987). The Geometric Interpretation of Correspondence Analysis, *Jasa*, 82 (398), 437-447
- Nenadic, O. ve Greenacre, M. (2007) Correspondence analysis in R, with two and three-dimensional graphics: The cap package, *Journal of Statistical Software*, 20, 1-13.
- Özdamar, K. (2004). *Paket Programlama ile İstatistiksel Veri Analizi-2*. Eskişehir: Kaan Kitabevi.
- Pallant, J. (2005). *SPSS Survival Manual: A Step by Step Guide to Data Analysis Using SPSS for Windows*. Australia: Australian Copyright.
- Reynolds, H. T. (1977) *Analysis of nominal data*. Iowa: SAGE University Press.
- Roux, B.L. ve Rouanet, H. (2010) *Multiple Correspondence Analysis*, Washington: Sage Publications,
- Suner, Aslı (2007), *Sağlık Kurumu Seçiminde Uygunluk Analizinin Toplum Tabanlı Bir Çalışmaya Uygulanması*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü İstatistik Anabilim Dalı. İzmir.
- Suner, A. ve Çelikoğlu, C. C. (2008) Uygunluk Analizinin Benzer Çok Değişkenli Analiz Yöntemleri ile Karşılaştırılması, *İstatistikçiler Dergisi*, 1 (2008), 9-15.
- Tatlıdil, H. (1996). *Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz*. Ankara: Akademi Matbaası

An Application for Retrieving Data from Web Pages in a DB Like Manner

Kenan İNCE

İnönü University Department of Computer Engineering
Malatya, Turkey
kenan.ince@inonu.edu.tr

Abstract— A large amount of data available on the web as HTML. But html data can not be modified, extracted or queried easily and because of the personality of html code on every web page, a developed software for retrieving data can not cover another web site without modification or defining. This study includes an application of web based data mining for collecting papers' information from Web of Science which contains authors from Turkey and creates a relational database for analyzing academic collaboration of Turkey.

Index Terms—HTML Parsing, Data Extraction, Web of Science, Web Mining

I. INTRODUCTION

As a web based academic database , WOS (Web of Science) [1] is one of the largest related database. It contains thousands of studies from authors all around the World. Web of science is a very large web site and contains mass number of papers from 1978 till now.

This study aims to build desired database of papers according to search criteria from WOS. WOS contains respectable number of security precautions, however it has a fairly regular structure and well divided parts in its HTML code and these information is accessible to subscribed institutions. So developed an application for retrieving journal/conference name, year, author names, institution/s of authors and document information from these HTML pages. Reason for developing this application is, lack of information in WOS services that we need like author address information. In papers [2] and [3], this free service of WOS is used but these studies do not contain any collaboration information. They contain statistical perspective like papers counts by year, authors count by year or their increase or decrease trend etc.

This application is a completed version of [4] which is also our studying earlier version of application and with less data because of testing and previewing.

This study can be divided into three major parts. First part is to collect HTML data from internet. Second part is parsing these HTML codes and retrieve information in interest. Third part is querying required information from developed database.

II. APPLICATION

A. Collecting HTML pages

This stage of application developed by Python which is an interpreted, object-oriented, high-level programming language with dynamic semantics [5]. Python is preferred because of its simplicity and built in functions for retrieving content from any given URL and it is already comes installed in all Unix based operating systems.

Simple state diagram of this stage shown in figure 1.

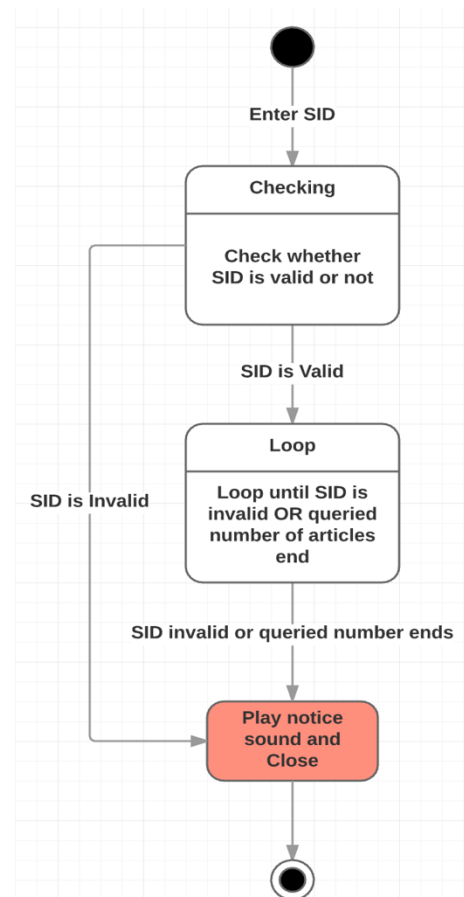


Figure 1: State diagram of retrieving HTML content

WOS generates a session id (SID) for any request and it regenerate this SID after a defined time or number of papers viewed. This is the most time consuming part of the application. Because sometimes restrictive criteria has become time and we retrieve very few number of papers' information because of the slow connection. But after some refinement in our code, we succeeded to retrieve over 400.000 papers' information from WOS. There are only two manual input to our code which are SID and number of papers queried.

Pseudo code of html page retrieval algorithm

```

Initialize limit to number of articles queried
Initialize i to 1
Initialize j to 1
Initialize year to 1991
Initialize sid to none
Initialize basedir to current working dir

If basedir/year directory is not exists
    Then create basedir/year directory

While basedir/year/page-(i) exists
    i = i+1

i = i-1
j = (i-1)*10+1

while basedir/year/page-(i)/affiliate-(j)
exists
    j = j+1

j = j-1

while j is less then limit
    generate url from WOS base url replaced
with arguments part (SID and Page Number)
    get content from url and save to page
    if page length is more than 10000 then
        save page to affiliate-(j).html file
        i = j/10+1
        j = j+1
    else
        exit

```

The directory structure for retrieved HTML files are shown in figure 2.

This directory structure make it easy to control files and find mistakes or errors if any.

B. Parsing HTML Pages and Retrieve Desired Information

We developed html parser code with PHP [6] because of waste number of open-source DOM (Document Object Model) parser Project developed by PHP community or other PHP developers. We use PHP Simple HTML DOM Parser [7] for

our code base. DOM is an application programming interface for valid HTML and well-formed XML documents [8].

Our code simply parses HTML code with simple HTML DOM parser and collect parts in interest and store our relational database which is designed with MySQL [9]. A simple class diagram of our design shown in figure 3.

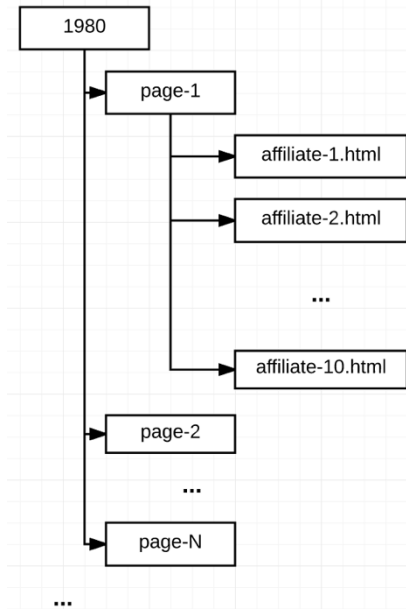


Figure 2: Directory Structure of Saved HTML Files

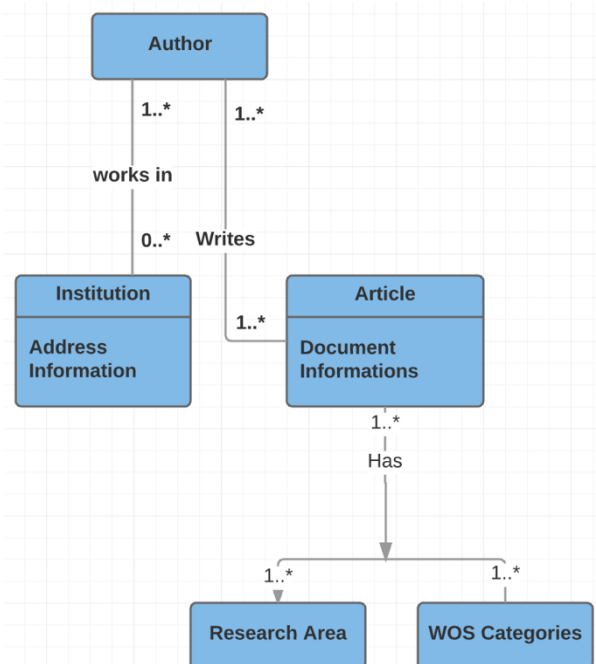


Figure 3: Simple class diagram of database

Our applications result according to paper counts obtained is pretty accurate as follows;

III. FUTURE WORKS

Academic studies have an important role on a countries development level. This importance comes from study of a discipline can be a rival tool for another disciplines study. So academic collaboration is a must for all disciplines. For example, a surgeon uses robotic arms for its procedure to be able to have more precision. This robotic arm is result of another disciplines study.

Because of this importance, we want to study on academic collaboration of Turkey within universities or with other institutions/corporations. We will try to modelling academic collaboration of Turkey and analyze universities according to their collaboration rate and success rate.

Year	Percentage
1980	100 %
1981	100 %
1982	100 %
1983	100 %
1984	100 %
1985	100 %
1986	100 %
1987	100 %
1988	100.11 %
1989	99.71 %
1990	99.83 %
1991	100 %
1992	99.94 %
1993	99.91 %
1994	99.9 %
1995	100 %
1996	99.73 %
1997	93.73 %
1998	95.06 %
1999	99.67 %
2000	99.76 %
2001	99.83 %
2002	99.53 %
2003	99.66 %
2004	99.69 %
2005	87.38 %
2006	97.88 %
2007	99.59 %
2008	99.49 %
2009	96.6 %
2010	99.44 %
2011	99.48 %
2012	99.39 %
2013	99.28 %
2014	87.88 %
2015	95.89 %

This table shows that our application is pretty successful by means of obtained paper counts. This results shows us only two years, 2014 and 2005 are below the 90 percent and it is probably because of either an electric problem or internet connection problem. Whole graphic shown in figure 4. In this figure, blue bars represent papers which we obtained with our application. Gray bars represent papers counts we queried from WOS by year.

Final total success rate is %97.23 which obtained 408,733 of 420,400 total queried paper counts.

Number of Articles by Year

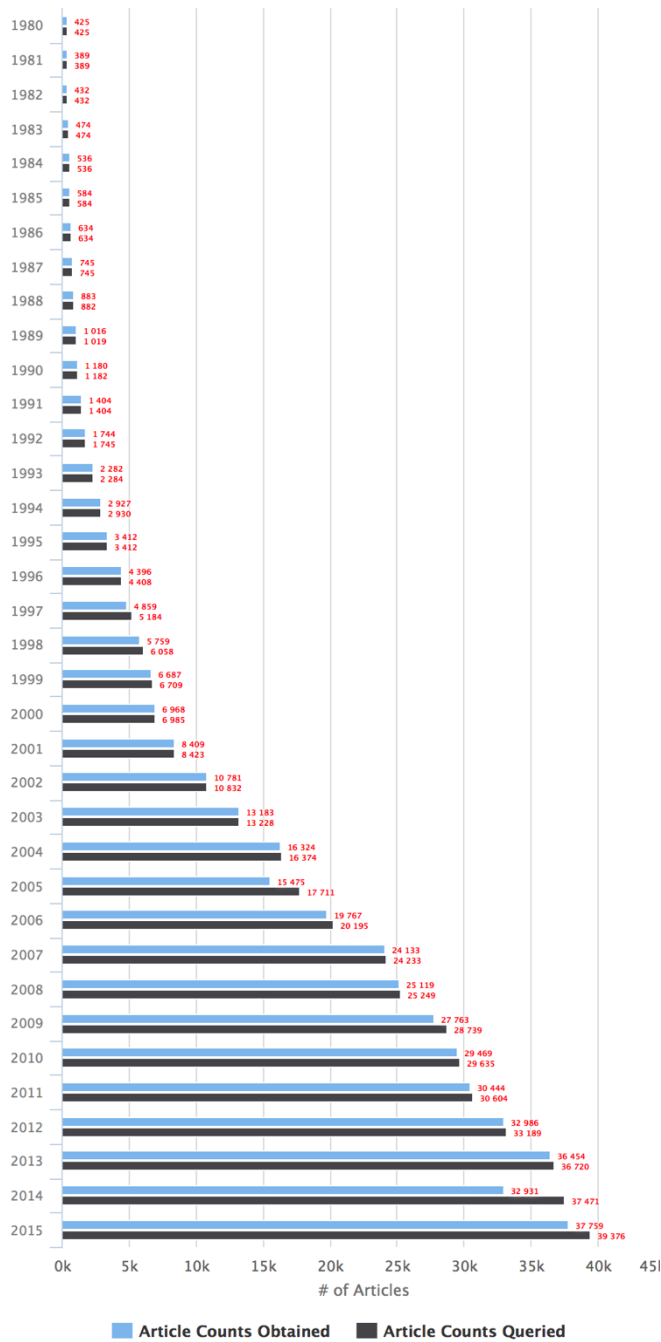


Figure 4: obtained and queried article counts respectively

IV. CONCLUSION

As a result, our applications performance is satisfying with over 97% success rate. We believe this rate of success is good enough for studying on this database, extract academic collaboration of Turkey and analyze and modelling this collaboration.

REFERENCES

- [1] <https://apps.webofknowledge.com>
- [2] Çavuşoğlu A., Türker İ., Patterns of collaboration in four scientific disciplines of the Turkish collaboration network Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, Volume 413, 1 November 2014, Pages 220-229.
- [3] Çavuşoğlu A., Türker İ., Scientific collaboration network of Turkey, Chaos, Solitons & Fractals, Volume 57, December 2013, Pages 9-18.
- [4] İnce K., Karcı A., Analysing and Modelling of Academic Collaboration of Turkey, International Conference on Natural Science and Engineering (ICNASE'16), Kilis Turkey, March 2016, Pages 2772-2776.
- [5] <https://www.python.org>
- [6] <https://www.php.net>
- [7] <http://simplehtmldom.sourceforge.net>
- [8] <https://www.w3.org/TR/WD-DOM/introduction.htm>

Analyzing Tendency of Academic Growth in Turkey

Kenan İNCE

İnönü University Department of Computer Engineering
Malatya, Turkey
kenan.ince@inonu.edu.tr

Abstract—Academic study areas change by year to year in a country according to social or economical changes by resulting increase or decrease in some research areas. In this study, we analyze five research areas from 1980 to 2015 from the data we collected from WOS (Web of Science) academic database. Firstly we developed an application for collecting data from WOS, then parsing these collected HTML files and design a relational database. These analyzes are retrieved from this database.

Index Terms— Web of Science, Analyze, Academic Growth in Turkey.

I. INTRODUCTION

An analyze of any network must depend on the good information for reflecting accurate behavior of this network. In this study, we create our database from the core collection of WOS. As shown in Figure 1, our database close enough to total paper counts in WOS database. There are total of 420,400 papers from 1980 to 2015 which send by or contain authors from Turkey. We collect total number of 408,733 papers from WOS. This means 97,23% success rate. As a result, we think that this database will reflect accurate behavior of academic tendency of Turkey. In this study, we select five research areas which are Engineering, Chemistry, Surgery, Physics and Materials Science. These research areas are collected from WOS that placed in paper page. Every paper has at least one research area. But as a future study, we will focus on papers which have more than one research area to be able to analyze multidisciplinary studies.

Our database contains sixteen tables. But there are four main tables which are Papers, Authors, Institutions and Research Areas. The others are relation tables which hold relation between these main four tables. There are 891 papers which parsed have lack of year information, so these are excluded from analyze.

II. LITERATURE

Before starting this study, we searched related studies. However, we could not find any studies which are related with our work directly. But we came across with two studies from same authors that claiming of analyzing collaboration network of Turkey from 1980 to 2012 [2,3]. But these studies have lack of information according to our database and our needs. Authors institution information is a must for extracting collaboration of authors, universities or disciplines. Because WOS does not serve you information

about authors like authors' research areas or authors' address information. Without this information an interdisciplinary collaboration data cannot be obtained from WOS by parsing web service that WOS serves freely to universities which are registered as institution, like in [2]. Only co-authorships can be analyzed and build a collaboration network of authors can be build. As mentioned in [3], authors are nodes of network. But our application retrieve institution information of authors, so we will be able to analyze institutional collaboration. Authors and institutions can be nodes of networks which our intention is focus on institutional analyzes.

Another study is our previous analyze which contains some analyzes from 1980 to 2005 which was early stage of work that we publish before completing collecting all data [4] (from 1980 to 2015).

III. ANALYZES

In this study, we represent three kinds of analyzes of Turkey academic studies. First analyze is the total paper counts by year. Second is total author counts by year. Third analyze is total paper counts in five disciplines by year.

As a total performance analyze, Figure 1 shows total paper counts versus collected paper counts. This graph shows us, results are pretty good except the years 2005 and 2014 which are result of internet connectivity problem or other system problems.

Figure 2 displays us the total author counts by year. The clear number of total author counts by year can be seen in Table 1. This result shows us there is a big increase in author

Table 1

Total author counts by year

Year	Count	Year	Count	Year	Count
1980	1031	1992	5980	2004	65901
1981	919	1993	8269	2005	65396
1982	1020	1994	10836	2006	82548
1983	1166	1995	12575	2007	100230
1984	1348	1996	16529	2008	113727
1985	1547	1997	18139	2009	111306
1986	1689	1998	22644	2010	227929
1987	2038	1999	25595	2011	456796
1988	2485	2000	53448	2012	757936
1989	2909	2001	32774	2013	633679
1990	3477	2002	42897	2014	648916
1991	4396	2003	51709	2015	729218

counts in the year of 2010. The author counts are not only authors from Turkey but also authors from around the world which studied with author from Turkey. The big increase in authors count after 2010 may be because of more collaborative studies takes place after this year which means Turkish academic personal became more international than before.

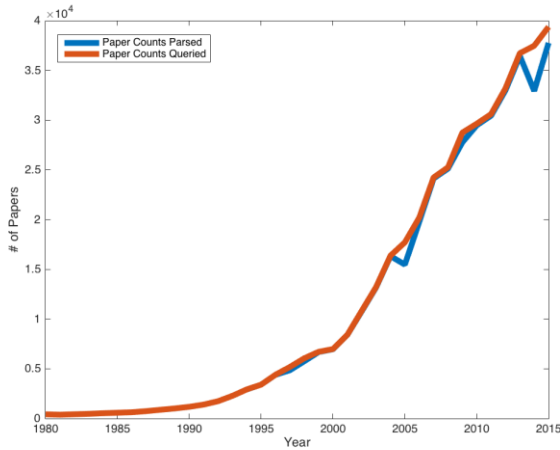


Figure 1: Paper counts according to year by means of queried versus parsed from WOS

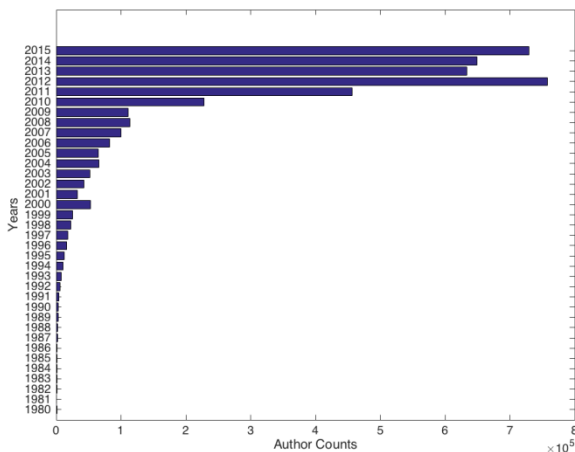


Figure 2: Author counts by year

In Figure 3, papers in research area of chemistry are shown. In this figure, the fluctuation of paper counts can be seen. In five research area, there is a decrease in paper counts in the years of 2001, 2005 and between 2009 and 2011.

In Figure 4, papers count of engineering research area is shown. There is a peak in 2000, 2006 and 2011. Decreasing years are 2001, 2004, 2010 and 2015.

In Figure 5, material science research area analyzed. As in all research areas, this figure has a peak point in year of 2000 and 2004 and again a significant decrease in 2001 and 2005. Bu there is no decrease after year 2005.

Figure 6 shows papers counts of Surgery research area by year.

Figure 7 shows papers counts of Physics research area by year.

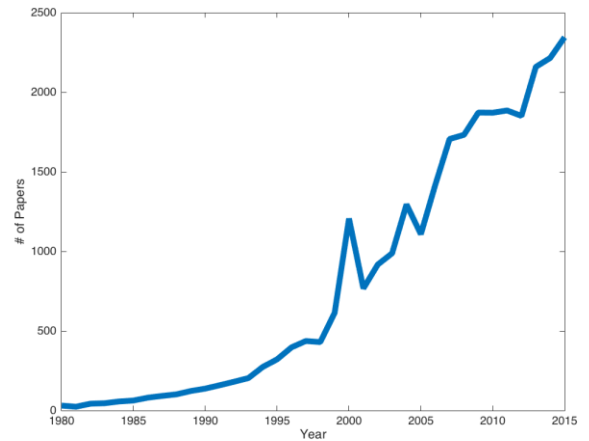


Figure 3: Papers counts of Chemistry research area by year

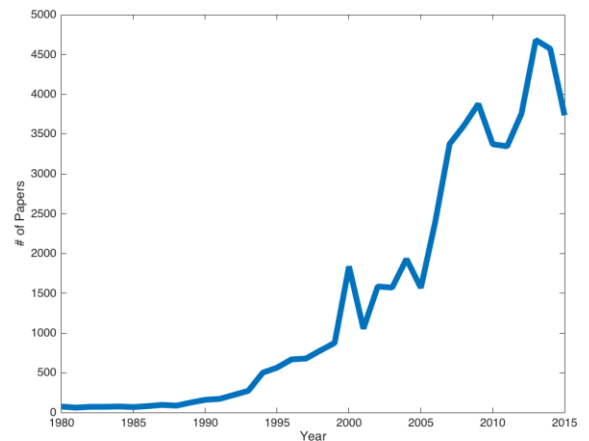


Figure 4: Paper counts of Engineering research area by year

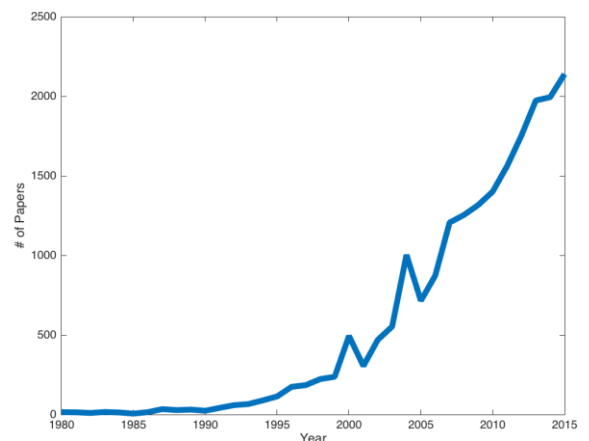


Figure 5: Paper counts of Material Science research area by year

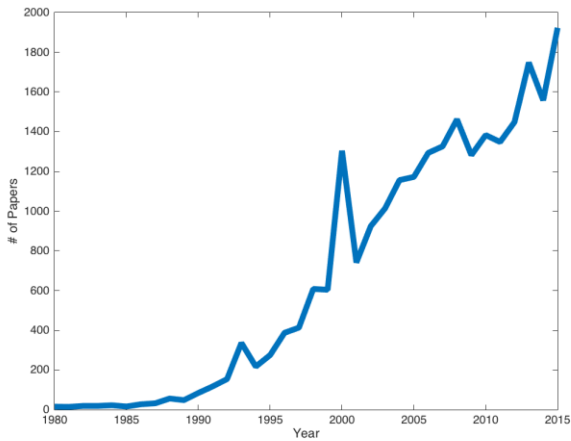


Figure 6: Paper counts of Surgery research area by year

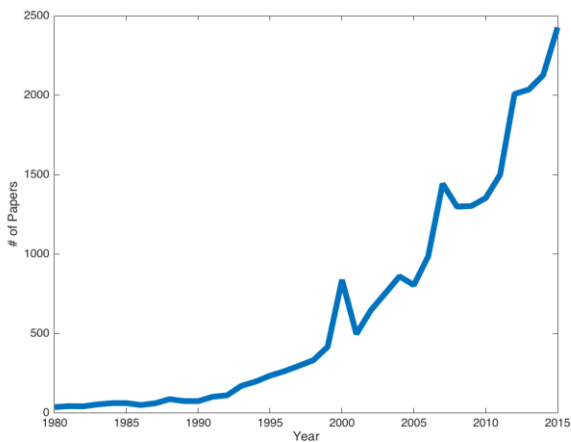


Figure 7: Paper counts of Physics research area by year

The reasons of choosing this five research area are all are having different level of study and one disciplines work result may others a must tool. For example, chemistry and physics are fundamental areas and can be said used by engineers and others. Engineering is a must for surgery because of engineering products used in surgery. Maybe this is the reason of similarity of five disciplines graphs by means of similarity of decreasing and increasing year.

Table 2 shows additional statistical information about these five research areas. As seen in this table, even highest total number of authors is in physics, publication count is at the last order relatively with the ratio of 0,56. Highest ratio is in the engineering with the ratio o 1,31.

All five research areas shown in Figure 8 all in one graph. This figure shows that; most publications are from engineering. Also all research areas have a decrease in the year of 2001. Also most stable increasing research area is surgery.

In figure 9, total publications from some essential universities of Turkey are shown. This figure clearly shows that, the year of 2001 is a bad year for Turkey's academic studies. Also as in research areas, there is a stable region

between 2000 and 2005. All these universities were established before 1990.

Table 2

Total author and paper counts in five disciplines

Research Area	# of Papers	# of Authors	# of Paper per Author
Chemistry	29152	26966	1,081065045
Engineering	51963	39759	1,30694937
Materials Science	20405	19563	1,043040433
Physics	23582	42530	0,554479191
Surgery	24545	26939	0,911132559

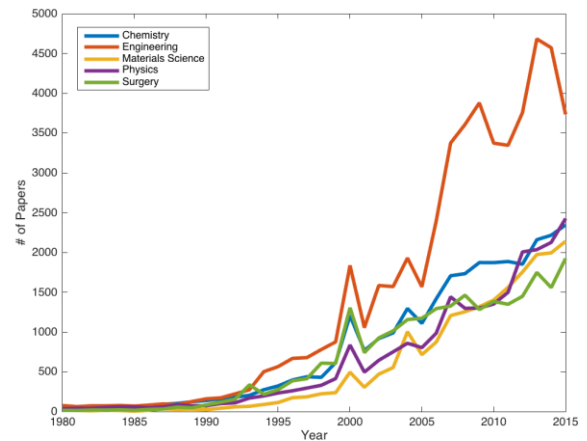


Figure 8: Five research areas paper counts

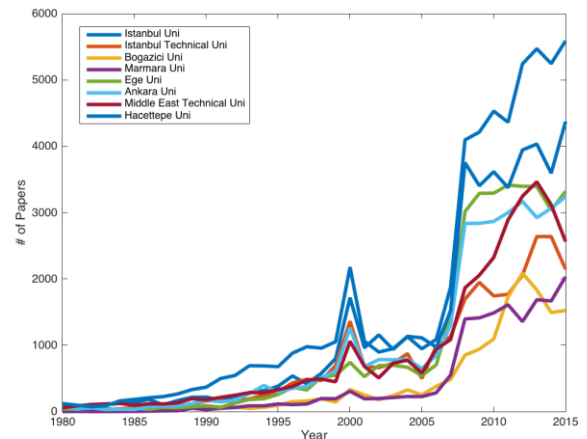


Figure 9: Total number of papers from some essential universities of Turkey

IV. FUTURE STUDIES

This study is a summary about capabilities of which analyzes could be extracted. There are 164 research areas retrieved from WOS. Statistical studies can be done like in [2] or in [3] with including all research areas. Also collaboration network of institutions, cities, countries

relatively and whole scientific collaboration network of Turkey can be modelled. Our next study will focus on these topics.

V. CONCLUSION

As a result, the results like Table 1 and Table 2 shows that our application performance is acceptable when compared to tables in [2] and [3]. These studies were covers the years from 1980 and 2012 and relative number are similar.

This study shows us, most publications between these research areas is engineering. These results may be because of some social events or tendency of students who selects these departments.

Another result of this study is, in the base of research areas or universities, it does not matter, all have same tendency at same year like all have decreasing value in the year of 2001 or all have increasing value after the year 2005. These results can be interpreted by social experts.

VI. REFERENCES

- [1] <https://apps.webofknowledge.com>
- [2] Çavuşoğlu A., Türker İ., Scientific collaboration network of Turkey, Chaos, Solitons & Fractals, Volume 57, December 2013, Pages 9–18 .
- [3] Çavuşoğlu A., Türker İ., Patterns of collaboration in four scientific disciplines of the Turkish collaboration network Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, Volume 413, 1 November 2014, Pages 220–229.
- [4] İnce K., Karcı A., Analysing and Modelling of Academic Collaboration of Turkey, International Conference on Natural Science and Engineering (ICNASE'16), March 19-20, page 2772-2776, Kilis, Turkey

Otomatik Modülasyon Sınıflama için Zaman ve Frekans Bölgesi Öznitelik Analizi

Feature Analysis of Time and Frequency Domain for Automatic Modulation Classification

Ahmet GÜNER

Elektrik-Elektronik Mühendisliği
Bingöl Üniversitesi
Bingöl, Türkiye
aguner@bingol.edu.tr

Ömer Faruk ALÇİN

Elektrik-Elektronik Mühendisliği
Bingöl Üniversitesi
Bingöl, Türkiye

Mehmet ÜSTÜNDAĞ

Elektrik-Elektronik Mühendisliği
Bingöl Üniversitesi
Bingöl, Türkiye

Özet— Bu çalışmada haberleşme sistemlerinde alınan işaretin sayısal modülasyon türünün belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla en çok kullanılan yüksek dereceden logaritmik momentlerin ve frekans bölgesi tabanlı özniteliklerin sınıflandırıcı başarımına olan etkileri incelenmiştir. Bu özniteliklerin ayrı ve birlikte kullanıldıklarında sınıflandırıcı başarımına olan etkilerini değerlendirmek için benzetim çalışmaları yapılmıştır. Yapılan benzetim çalışmaları, önerilen yaklaşımın daha yüksek başarımla sağladığını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler—Yüksek dereceden logaritmik momentler, medyan frekans, ortalama frekans, ortalama Lomb-Scargle Periodogram, tepe noktası, aşırı öğrenme makinası.

Abstract—In this study, determination of the type of digital modulation of received signal in communication systems was aimed. For this purpose, high order cumulants, which are the most addressed ones, and frequency-based features were together examined for improving performance of classifier. Simulation studies were performed to evaluate the effect of these features on performance of classifier, both separately and together. Performed simulation studies showed that the proposed approach had higher performance.

Index Terms—High order cumulants, median frequency, mean frequency, mean Lomb-Scargle Periodogram, extreme learning machine.

I. GİRİŞ

Otomatik Modülasyon Sınıflama (OMS), alıcı tarafında gelen işaret ile ilgili herhangi bilgiye sahip olmadan alınan işaretin modülasyonun belirlenmesidir. Zaman ve frekans kayması ile senkronizasyon hatalarının söz konusu olduğu gerçek haberleşme sistemlerinde bu işlem daha çok önem kazanmaktadır. OMS akıllı radyo ve yazılım tabanlı radyo gibi askeri ve sivil haberleşmede de önemlidir. Bu sistemlerde OMS'nin amacı, sadece alınan işaretten faydalanarak gönderilen işarete ait bilgilere ulaşılmasıdır. Haberleşme

sistemlerinde otomatik modülasyon sınıflandırma demodülasyon işleminden önce gerçekleştirilir [1].

Modülasyon sınıflama işleminde iki önemli işlem adımı bulunmaktadır. Birincisi, işarete ait olan özneliğin çıkarılması ve ikincisi öznelik kullanılarak işarete ait olan modülasyon türünün belirlenmesi için sınıflandırma işlemidir [1]. Bu güne kadar literatürde, haberleşme işaretinin modülasyon türünü belirlemek için birçok yaklaşım önerilmiştir. Bu yaklaşımların çoğunda öznelik olarak anlık genlik, anlık faz ve anlık frekans [2,3], frekans, dalgacık ve wigner-ville gibi dönüşümler [4-6], yüksek dereceden momentler ve logaritmik momentler (cumulants) [7,8] kullanılmıştır.

Teknik olarak bir öznelik ayırt edici bir özelliği, tanımlanabilir bir ölçümü ve işaretten elde edilen fonksiyonel bir bileşeni göstermektedir. İşaretten çıkarılan özelliklerin en iyi ve doğru seçilmesi, işaret içerisinde gömülü olan önemli bilgilerin kaybını en aza indirmek içindir. Bu nedenle çalışmada, sınıflandırıcının düşük işaret gürültü seviyelerinde (signal-noise ratio, SNR) yüksek başarımla sahip olmasını sağlayacak zaman ve frekans bölgesi özneliklerinin incelenmesi ve öznelik vektörünün oluşturulması amaçlanmıştır. Zaman bölgesi analizlerinde tepe sayıları ve yüksek dereceden logaritmik momentler, frekans bölgesi analizlerinde ortalama frekans, medyan frekans ve ortalama Lomb-Scargle periodogram öznelikler olarak kullanılmıştır.

Çalışmayı bu bölümü takip eden bölümünde sınıflandırılan işaret modeli tanıtılmıştır. Üçüncü bölümde öznelik çıkarımı ve kullanılan yöntemler kısaca anlatılmıştır. Dördüncü bölümde aşırı öğrenme makinasının yapısı sunulmaktadır. Benzetim çalışmalarına ve sonuçlarına beşinci bölümde verilmiştir. Elde edilen sonuçlar ise altıncı bölümde tartışılmıştır.

II. İŞARET MODELİ

Kablosuz haberleşme sistemlerinde, sayısal modüle edilmiş bir işaretin (y) genel olarak gösterimi,

$$y(n) = \sqrt{p}e^{j(2\pi\epsilon n + \theta)}x(n) + w(n) \quad (1)$$

Burada $x(n)$ gönderilen işareti, θ faz kaymasını, ϵ normalize taşıyıcı frekans kaymasını ($\Delta f T_s = \epsilon$), p alınan işaret gücünü ve $w(n)$, σ_w^2 varyanslı toplanır beyaz Gaussian gürültüyü (Additive White Gauss Noise - AWGN) simgelemektedir. Taşıyıcı frekans kayması Δf ve örnekler arası simge hızı ise T_s ile gösterilmiştir.

Bu çalışmada, simge hızı ve taşıyıcı frekansı kestirimlerinin tam yapıldığı kabul edilmekte ve sembol zamanlama hatası ihmal edilmektedir. Bu çalışmada sadece $w(n)$ AWGN etkisi ele alınmıştır.

III. ÖZNETELİK ÇIKARIMI

Amaçlanan modülasyon sınıflama yapısı öznetelik tabanlı teknikler grubundandır. Alınan işaretten çıkarılan öznetelikler altıncı ve sekizinci dereceden logaritmik momentler, işaretlerin zaman bölgesindeki tepe sayıları, işarete ait güç spektrum yoğunluğunu ile ortalama frekans, medyan frekans ve ortalama Lomb-Scargle periodogramdır.

A. Yüksek Dereceden Logaritmik Moment

Sayısal modülasyonların sınıflandırılmasında en yaygın kullanılan öznetelik, yüksek dereceden istatistiktir. Öznetelik olarak yüksek dereceden istatistik içerisinde n . dereceden momentler ve logaritmik momentler bulunmaktadır.

Gauss dağılıma sahip bir verinin yüksek dereceden logaritmik momentlerinin sıfır olması sebebiyle AWGN azaltılabilir ve herhangi bir dönüşüm yapılmaksızın zaman düzleminde uygulanabilmektedir [9].

Logaritmik momentler (2) denklemi ile gösterilen momentlerden oluşur. Böylelikle dolaylı olarak momentlerde öznetelik gibi kullanılmıştır. Aşağıda karmaşık değerli durağan bir işaretin altıncı dereceden logaritmik momentleri (3-7) denklemleri ile gösterilmektedir [10].

$$M_{pq} = E \left[y(k)^{p-q} (y^*(k))^q \right] \quad (2)$$

$$C_{60} = \text{cum}(y(n), y(n), y(n), y(n), y(n), y(n)) \quad (3)$$

$$C_{60} = M_{60} - 15M_{20}M_{40} + 3M_{20}^3$$

$$C_{61} = \text{cum}(y(n), y(n), y(n), y(n), y(n), y^*(n)) \quad (4)$$

$$C_{61} = M_{61} - 5M_{21}M_{40} - 10M_{20}M_{41} + 30M_{20}^2M_{21}$$

$$C_{62} = \text{cum}(y(n), y(n), y(n), y(n), y^*(n), y^*(n)) \quad (5)$$

$$C_{62} = M_{62} - 6M_{20}M_{42} - 8M_{21}M_{41} - M_{22}M_{40} + 6M_{20}^2M_{22} + 24M_{21}^2M_{20}$$

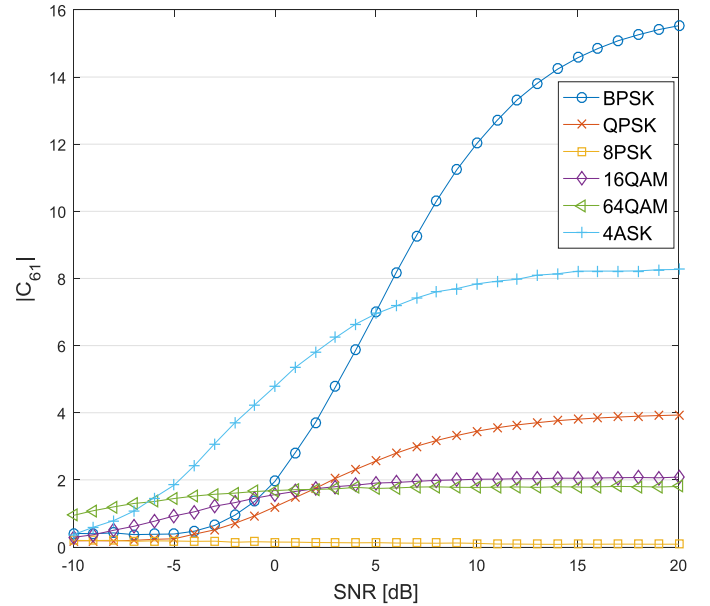
$$C_{63} = \text{cum}(y(n), y(n), y(n), y^*(n), y^*(n), y^*(n)) \quad (6)$$

$$C_{63} = M_{63} - 9M_{21}M_{42} + 12M_{21}^3 - 3M_{20}M_{43} - 3M_{22}M_{41} + 18M_{20}M_{21}M_{22}$$

$$C_{80} = M_{80} - 35M_{40}^2 - 630M_{21}^2 + 420M_{20}^2M_{40}^2 \quad (7)$$

Şekil 1 ve Şekil 2'de C_{61} ve C_{80} logaritmik momentlerinin çalışmada sınıflandırılan modülasyon türleri için farklı SNR değerlerine göre ortalama değişimleri gösterilmektedir. Değişimler incelendiğinde her iki logaritmik momentin ayırtıcı özelliğe sahip olduğu ve öznetelik olarak kullanılabileceği anlaşılmaktadır.

C_{61} logaritmik momenti makine öğrenme yöntemlerine giriş olarak uygulandığında hangi SNR değerlerinde başarılı olabileceği, Şekil 1 incelendiğinde -5dB ile 0dB ve 5dB'lin üstü değerler olarak ifade edilebilir. 0dB ile 5dB arasında QPSK, 16QAM ve 64QAM modülasyon türlerine ait eğrilerin kesişmesi sınıflama başarımını olumsuz etkileyeceği anlaşılmaktadır. Şekil 2 üzerinde -5dB ile 10dB arasındaki değişimlerin daha ayrıntılı gösterildiği bölgeye bakıldığında 0dB ile 5dB arasında eğrilerin değişiminde aynı durumun olması, C_{80} logaritmik momentin öznetelik olarak kullanımında da aynı olumsuzluklarla karşılaşılacağını göstermektedir.



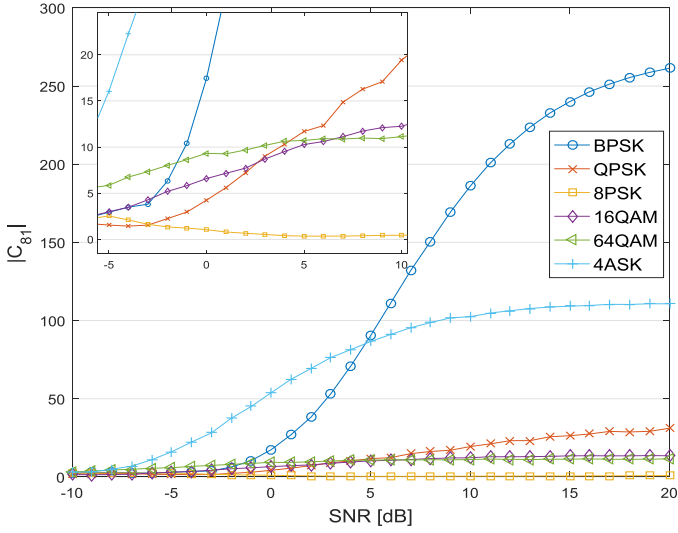
Şekil 1. $|C_{60}|$ logaritmik momentinin farklı SNR değerlerine göre değişimi

B. Medyan Frekans

Medyan frekans, işarete var olan karakteristik frekansı belirlemek için kullanılır ve işaret işleme alanında önemli bir özellik olarak literatürde yer almaktadır. Medyan frekansının tanımı;

$$f_{med} = i_m \frac{f_s}{N}, \quad \sum_{i=0}^{i=i_m} P(i) = \sum_{i=i_m}^{i=N-1} P(i) \quad (8)$$

burada f_s örnekleme frekansı, N örnek sayısıdır ve $P(i)$ güç spektrumundaki i . çizginin genliğidir.



Şekil 2. $|C_{80}|$ logaritmik momentinin farklı SNR değerlerine göre değişimi

Medyan frekansı, güç spektrumunun her iki tarafındaki her bir noktadaki genlik değerlerinin toplamının eşit olduğu durumdaki orta noktayı göstermektedir [11].

C. Ortalama Frekans

Ortalama frekans, güç spektrumunun ağırlık merkezini göstermektedir ve matematiksel tanımı [12];

$$f_{ort} = \frac{\sum_{i=0}^{N-1} f_i P(i)}{\sum_{i=0}^{N-1} P(i)}, \quad f_i = i \frac{f_s}{N}, \quad (9)$$

D. Ortalama Lomb-Scargle Periodogram (LSP)

Kavramsal olarak LSP, verilere sinüslerin en küçük kareler uyumluluğunu gerçekleştirmekle frekans spektrumunu kestirmektedir [13]. LSP ile elde edilen güç spektrumunun ortalaması;

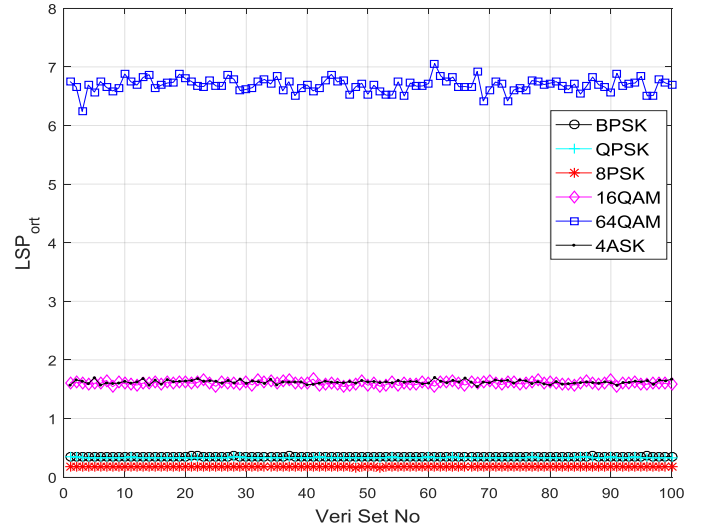
$$LSP_{ort} = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} P_{LSP}(i) \quad (10)$$

Şekil 3'de, SNR seviyesi 10dB olan sayısal modüleli işaretlerden oluşturulmuş veri paketlerine ait LSP ile elde edilen güç spektrumunun ortalama değerinin değişimi gösterilmektedir. Şekil 3'deki eğriler, ortalama LSP'nin öznel olarak kullanılması durumunda 64QAM, 16QAM-4ASK, BPSK-QPSK-8PSK olarak modülasyon türlerini ayrıştırılabileceğini ifade etmektedir.

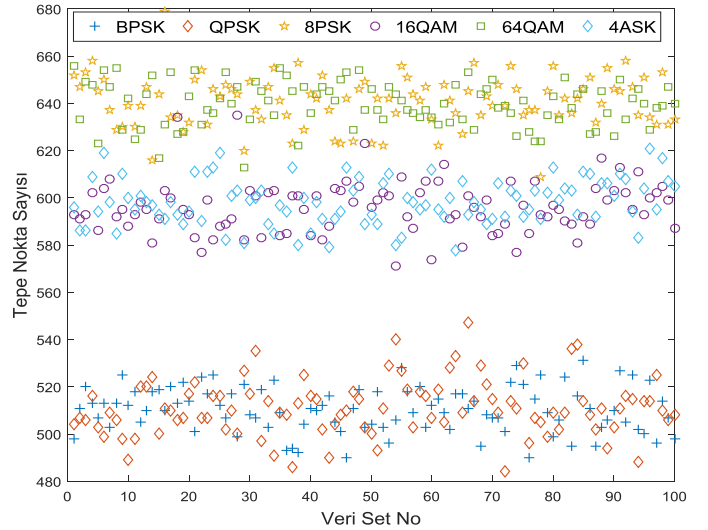
E. Tepe Nokta Sayısı

Tepe noktaları algılama algoritmaları, elektrookülogram (EOG), elektrokardiyogram (EKG) ve elektroensefalogram (EEG) gibi biyolojik işaretlerin farklı türlerinde kullanılmaktadır [13]. Burada gürültü etkisinin olmadığı durumdaki sayısal modülasyon türlerinde tepe noktası

algılama öznel olarak kullanımı ile ilgili analizin sonucu Şekil 4'de gösterilmektedir.



Şekil 3. SNR = 10dB değerindeki sayısal modüleli işaretli veri setlerine ait Ortalama Lomb-Scargle Periodogram değişimi



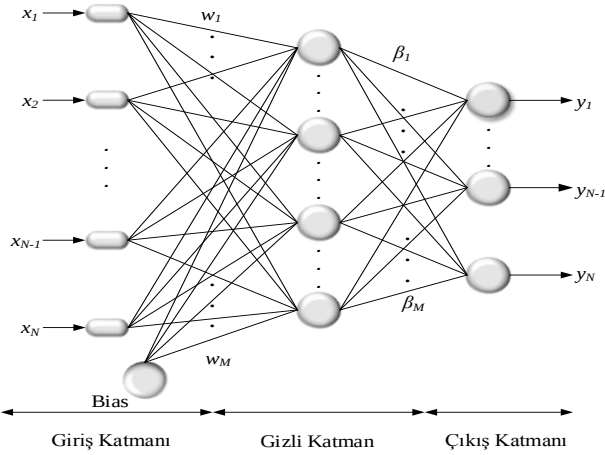
Şekil 4. Sayısal modüleli işaretli veri setlerine ait tepe noktası sayısı değişimi

Şekil 4 dikkatlice incelendiğinde, değişimler BPSK-QPSK, 16QAM-4ASK ve 8PSK-64QAM olmak üzere ikili üç gruba bölünmektedir. Sonuç olarak, tepe noktası öznel olarak belirtilen modülasyon türlerini üç gruba ayrıştırılabilmektedir.

IV. AŞIRI ÖĞRENME MAKİNASI

Huang ve diğerleri tarafından Tek Gizli Katmanlı İleri Beslemeli (TGKİB) ağını eğitmek için AÖM olarak adlandırılan öğrenme algoritması önerilmiştir [14-16]. AÖM'nin giriş ağırlıkları ve gizli katman eşik değerleri geleneksel ileri beslemeli ağların aksine rastgele üretilir ve tüm süreç boyunca sabit kalır. AÖM'nin çıkış ağırlıkları ise analitik yolla elde edilir. Böylece ağırlık hızlı öğrenmesi sağlanır. Ayrıca AÖM geleneksel ileri beslemeli ağlar ile karşılaştırıldığında daha iyi

bir genelleme başarımı sergilemektedir [17]. TBKİB ağı modeli Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. TGKİB ağı mimarisi

Şekil 5'te verilen TGKİB ağı için $\{x_i, y_i\}$ giriş-çıkış verisini, $g(x)$ aktivasyon fonksiyonunu ve N gizli katman nöron sayısını göstermek üzere matematiksel model aşağıdaki gibi yazılabilir;

$$\sum_{i=1}^M \beta_i g(w_i \cdot x_j + b_i) = o_j, \quad j = 1, \dots, N \quad (11)$$

Burada $w_i = [w_{i1}, w_{i2}, \dots, w_{in}]^T$ giriş ağırlık vektörünü, $\beta_i = [\beta_{i1}, \beta_{i2}, \dots, \beta_{im}]^T$ çıkış katmanı ağırlıklarını, b_i i'ninci gizli katman nöron eşik değerlerini ve $o_j = [o_1, o_2, \dots, o_j]^T$ ise TGKİB çıkışını temsil etmektedir. (11) denkleminde $(w_i \cdot x_j)$ w_i ve x_j 'nin içsel çarpımıdır. TGKİB ağı sıfır hataya yakınsadığı kabul edilirse model;

$$\sum_{i=1}^M \beta_i g(w_i \cdot x_j + b_i) = y_j, \quad j = 1, \dots, N \quad (12)$$

şeklinde ifade edilebilir. Burada verilen N tane eşitlik matris formunda;

$$Y = H\beta \quad (13)$$

olarak ifade edilebilir. Burada H gizli katman çıkış matrisini, β çıkış katmanı ağırlıklarını ve Y ise çıkış vektörünü ifade etmektedir ve H, β ve Y ifadeleri (14) denkleminde verilmiştir.

$$H = \begin{bmatrix} g(w_1 x_1 + b_1) & \dots & g(w_N x_1 + b_N) \\ \vdots & \dots & \vdots \\ g(w_1 x_M + b_1) & \dots & g(w_N x_M + b_N) \end{bmatrix}_{N \times M} \quad (14)$$

$$\beta = \begin{bmatrix} \beta_1^T \\ \vdots \\ \beta_M^T \end{bmatrix}_{M \times 1}, Y = \begin{bmatrix} y_1^T \\ \vdots \\ y_N^T \end{bmatrix}_{N \times 1}$$

(13) denkleminde görülebileceği gibi TGKİB ağı doğrusal bir denklem ile ifade edilebilmektedir. AÖM de ağı eğitilmesi β 'nın hesaplanması ile gerçekleştirilmektedir. Bu durum;

$$\beta = H^+ Y \quad (15)$$

olarak gösterilebilir. Burada H^+ , H 'ın Moore Penrose genelleştirilmiş tersini göstermektedir [14-16].

V. BENZETİM SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRMELER

Bu bölümde, BPSK, QPSK, 8PSK, 16QAM, 64QAM ve 4ASK gibi altı farklı sayısal modülasyon türü otomatik modülasyon sistemi ile sınıflandırılmaktadır. Hazırlanan modülasyon seti MATLAB ortamında $M = 2, 4, 8, 16, 64$ seviyelerine kadar düzgün dağılımlı rasgele sayı üretici ile üretilmektedir. Daha sonra her bir modülasyon türü için 2048 örnekten oluşan 100 adet, toplamda ise 600 adet veri seti oluşturulmuştur. Önerilen otomatik modülasyon sınıflandırıcı başarımını test etmek amacıyla SNR oranları -10dB ile 10dB arasında 2dB'lik artımla AWGN gürültü eklenerek veri paketi hazırlanmıştır.

İşaretlerden elde edilen özelliklerin benzetim çalışmasının geçerliliğini artırmak amacıyla 10-kat çapraz doğrulama kullanılmıştır.

Bu çalışmada otomatik modülasyon belirleme sistemi için sınıflandırıcı olarak AÖM kullanılmıştır. Ampirik yaklaşımla; AÖM'nin gizli katman nöron sayısı 220 ve aktivasyon fonksiyonu "sigmoid" olarak belirlenmiştir.

Yapılan benzetim çalışmalarında, AÖM'ye giriş olarak uygulanan öznitelik vektörünün üç farklı durumu incelenmiştir. İlk öznitelik grubu, C_{60} , C_{61} ve C_{80} logaritmik momentlerinden oluşmaktadır. İkinci öznitelik grubu ortalama frekans, medyan frekans, ortalama LSP ve tepe nokta sayısından oluşmaktadır. Üçüncü öznitelik grubu ise her iki grubun birleşimidir. Üç grubun farklı SNR seviyeleri için benzetim sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Farklı SNR değerlerindeki sınıflandırıcı başarımları

SNR[dB]	Grup 1(%)	Grup 2(%)	Grup1 + Grup2(%)
-10	56,83	73,16	69,83
-8	60,16	69,5	71,66
-6	76,33	70,66	79
-4	86,33	72,16	89
-2	95,83	68,5	97,66
0	92,16	69,66	99,83
2	71,66	63,33	99,83
4	93,5	64	99,83
6	97,66	59,33	100
8	99,33	62,83	100
10	99,33	62,5	100

Tablo 1'deki sonuçlar, Şekil 1-4 ile beraber değerlendirilmiştir;

- Öznitelik olarak yüksek dereceden logaritmik momentler kullanıldığında Şekil 1 ve Şekil 2'deki 0dB ile 5dB arasındaki çakışmalar Tablo 1'in Grup 1 sütunundaki 0dB ile 4dB arasındaki düşüş ve yükselişin nedeni olarak ifade edilebilir.

- Öznitelik olarak ortalama frekans, medyan frekans, ortalama LSP ve tepe nokta sayısı kullanımı ile elde edilen Tablo 1'in Grup 2 sütunundaki sonuçlar yaklaşık %65'ler düzeylerinde değişmektedir. Bunun nedeni olarak Şekil 3 ve Şekil 4'de gösterildiği gibi, bu öznitelikler seçilen modülasyon türlerini gruplar halinde ayrıştırabilmesi olarak ifade edilebilir.

- Tüm özniteliklerin kullanılmasıyla iki önemli başarı elde edilmiştir. Tablo 1'in son sütunundaki sonuçlara bakıldığında başarılarından birincisi, logaritmik momentlerin kullanılmasında oluşan 0dB ile 5dB arasındaki düşüş yok edilmiş ve ikincisi SNR = -4dB seviyesinde %89'luk sınıflama başarımı elde edilmiştir.

VI. SONUÇ

Bu çalışmada, sayısal modülasyonların sınıflandırılmasında en yaygın öznitelik olarak kullanılan logaritmik momentlerin BPSK, QPSK, 8PSK, 16QAM, 64QAM ve 4ASK türlerindeki karşılaşılan bir problem incelenmiş ve bu problemi çözmek için frekans bölgesi öznitelikleri kullanılması önerilmiştir. Yeni öznitelikler düşük bir sınıflama başarımı sergilemiş olsa da belirtilen modülasyon türlerini gruplar halinde ayrıştırabilmelerinden dolayı, logaritmik momentlerle birlikte kullanılmasıyla hem incelenen problemin çözümüne hem de sınıflama başarımının artmasını sağlamıştır.

KAYNAKLAR

- [1] E. E. Azzouz and A.K. Nandi, "Automatic Modulation Recognition of Communication Signals", Boston, MA: Kluwer, 1996
- [2] H. Guldemir and A. Sengur, "Comparison of clustering algorithms for analog modulation classification", Expert Systems with Applications, 2006, 30, 642-649.
- [3] M. W. Aslam, Z. Zhu, A. K. Nandi, "Automatic Modulation Classification Using Combination of Genetic Programming and KNN," IEEE Transactions on wireless communications, 2012, vol.11, no.8, pp.2742-2750.
- [4] F.C.B.F Muller, C. Cardoso, A. Klautau, "A Front End for Discriminative Learning in Automatic Modulation Classification," IEEE Comm. Lett. , 2011, vol.15, no.4, pp.443-445.
- [5] P. Cheol-Sun, and C. Jun-Ho, N. Sun-Phil, and J. Won, "Automatic Modulation Recognition of Digital Signals using Wavelet Features and SVM," in Proc. 10th ICACT, Phoenix Park, Korea, vol. 1, Feb. 2008, pp. 387-390.
- [6] Şengür, "Sayısal modülasyonlu haberleşme işaretlerinden Wigner-Ville zaman-frekans dağılımlarına dayalı öznitelik çıkarımı", ITU Journal Series D: Engineering, 2011, Vol. 10 Issue 1, pp:3-10.
- [7] G. Han, J. Li, and D. Lu, "Study of Modulation Recognition Based on HOCs and SVM," in Proc. VTC, Italy, May 2004, vol. 2, pp. 898-902,
- [8] M. L. D. Wong and A. K. Nandi, "Automatic digital modulation recognition using artificial neural network and genetic algorithm," ELSEVIER, Signal Processing, pp. 351-365, 2004.
- [9] P. Shih, and D. Chang, "An automatic modulation classification technique using high-order statistics for multipath fading channels", ITST, 2011, 691-695.
- [10] Z. Zhu, M.W. Aslam and A.K. Nandi, Support Vector Machine Assisted Genetic Programming for MQAM Classification, IEEE International Symposium on Signals, Circuits and Systems, pp. 1-6, 2011.
- [11] P. Fergus, D. Hignett, A. Hussain, D. Al-Jumeily, K.Abdel-Aziz, "Automatic epileptic seizure detection using scalp EEG and advanced artificial intelligence techniques". Biomed Res Int. 2015, doi: 10.1155/2015/986736.
- [12] R. Stephen, G. Apostolos, "Mean frequency estimation of surface EMG signals using filterbank methods", European Signal Processing Conference, 1387-1390, 2011.
- [13] N. R. Lomb, "Least-squares frequency analysis of unequally spaced data" Astrophysics and Space Science, vol. 39, pp. 447-462, 1976.
- [14] G. B. Huang, Q. Y. Zhu and C. K. Siew, "Extreme learning machine: theory and applications", Neurocomputing, 2006, 70(1), 489-501.
- [15] Ö. F. Alçın, A. Şengür, ve M. C. İnce, "İleri-geri takip algoritması tabanlı seyrek aşırı öğrenme makinesi". Journal of the Faculty of Engineering & Architecture of Gazi University, 2015, 30(1), 126-132.
- [16] G. B. Huang, Q. Y. Zhu, and C. K. Siew, "Extreme learning machine: a new learning scheme of feedforward neural networks", IEEE International Joint Conference on Neural Networks, Budapest, 25-29 July, 2, 985-990, 2004.
- [17] G. F. Hepner, "Artificial neural network classification using a minimal training set. Comparison to conventional supervised classification" Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 1990, 56(4), 469-473.

Information Security on Smart Grids

Gökhan Satılmış
Muş Alparslan Üniversitesi
Muş, Türkiye
g.satilmis@alparslan.edu.tr

Asım Kaygusuz
İnönü Üniversitesi
Malatya, Türkiye
asim.kaygusuz@inonu.edu.tr

Abstract—Smart Grids are explained in terms of risk management, security. Risk assessment is characterized and examples are presented. Furthermore, international organizational standard's including: IEEE Smart Grid, National Standard of P.R.C., National Institute of Technology and International Electro Technical Community mentioned how they contribute for a better Smart Grids. Example of malicious software is given and finally a security strategy is given for organizations as a guideline.

Index Terms—Smart Grids, Security, Risk, Threats, Vulnerabilities

I. INTRODUCTION

Electrical grids have been around since the 19th century. Today's conventional grids transport energy from where it is produced - coal plants, hydroelectric dams, nuclear power plants - to our homes and industrial areas where it is consumed instantaneously. The traditional grid is designed for the requirements of the 1950s when we didn't use that much energy from power outlets. Today our energy requirements have increased dramatically due to sophisticated technology such as smart phones, smart TVs, air conditioners and electric cars.

Earlier technology required an enormous, centralized power plant that fed power over an electro-mechanical grid. This power flowed only one direction; from the power plant to where it was consumed. However, in the last three decades, we have witnessed a tremendous evolution in telecommunication networks with communication technologies including cellular, GPS, cable, satellite TV and the Internet reaching maturity. Yet, the traditional grid remains both analog and electro-mechanical in spite of the remarkable changes in information and communication technology. The pace of technological innovation shows no signs of abating and the demands for reliable electricity continue to place ever increasing demands on an electrical supply infrastructure that is not keeping up with technological advances. This mismatch between supply and demand has led to the idea of the Smart Grid.

Figure 1 is an illustration of a Smart Grid. The flow of electricity starts at the point of generation, then flows to a distribution substation next to transmission cables and finally to the point of consumption. With conventional grids this flow is one-way. However with smart grids the flow is two-way between transmission and the consumer thus reflecting the incorporation of Distributed Energy Sources (DERS). Another difference with traditional grids is the importance of the flow of communication. Operations management (signified by the

topmost icon) connects all of the domains in a two-way flow of information that is both dynamic and real-time. In sum, there are numerous advantages to migrating to Smart Grids including increased reliability via distribution grid management, load adjustment and load balancing using Advance Metering Infrastructure (AMI) and Demand Response (DR), increased sustainability through DERS, greater flexibility in network topology with wide area situational awareness and an overall increase in efficiency. Hence, SG uses communication and information technology to create a power grid that is more efficient, reliable, safe, and durable while minimizing expensive investments in new production capacity. [1]

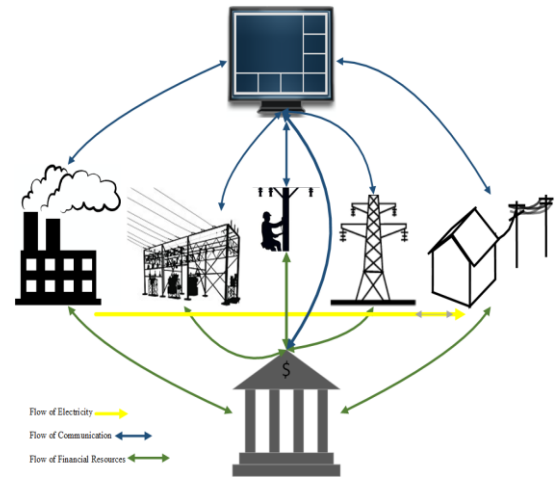


Figure 1 Interactivity Domains of Smart Grids

SG's have many domains, but security remains the most critical element of SG systems. Therefore, the following security objectives must be added to SG systems in order to make the grids more secure [2]. The primary security objectives are:

- Providing uninterrupted power supply to users.
- Satisfying information integrity.
- Protecting user's private data.

These three objectives correspond to three fundamental dimensions; availability, integrity and confidentiality known as a CIA triad. Moreover, these dimensions are a useful way to characterize security requirements, classify information, and risk management.

- **Integrity** refers to the ability by which we can maintain and assure accuracy and completeness of data. In other words, it is goal to prevent data from being modified through illegal channels.

For example the manipulation of power readings from smart meters. If the data is changed, has this been done by an authorized entity?

- **Availability** insures that the information is available at a precise time for an operative system. This means that each system's computing system, security controls, and communication channels must operate properly. High availability systems promise to prevent service disruptions due to power outages, hard failures, and system upgrades. Available systems must be able to prevent situations such as denial-service-attacks.
- **Confidentiality** is the last security dimension and it aims to protect data from being accessed by unauthorized users. It has the least importance if we consider SG automation as a whole. Generally, confidentiality is another way of saying privacy concerns. Therefore, it mainly refers to the privacy of consumers and the energy market.

There are two other security dimensions, authentication and non-repudiation. Authentication is the process of making sure someone or something really is who or what they claim to be. On the other hand, non-repudiation is figuring out who is responsible for authenticating.

II. RISK MANAGEMENT IN SG

Developing secure SGs requires a comprehensive way of managing risk. For example, the US Department of Energy provides the following definition of an efficient risk management, "systematically documenting and prioritizing known and suspected control system vulnerabilities [threats] and their potential consequences," so that "energy sector asset owners and operators will be better prepared to anticipate and respond to existing and future threats." [2] There are four different terms that need to be explained in detail. These are risk, vulnerability, threat and consequences. First, risk is the probability of an unwanted event which causes harm to informational assets. A vulnerability is a weakness or hazard that leads to damage to informational assets. A threat could be anything that has a capability of causing danger. Lastly, consequences may be the impact if the threat if no action is taken. In the generic model of risk depicted below, risk is equal to the product of threat, vulnerability, and consequences.

$$\text{THREAT} \times \text{VULNERABILITY} \times \text{CONSEQUENCES} = \text{RISK}$$

A. Vulnerabilities

Every information system has vulnerabilities on different levels and SG networks are no different. Unlike conventional grid networks, SGs have many components which are vulnerable to attacks. For instance, hackers might remotely attack the network causing power outages. As proposed in [2], critical vulnerabilities are outlined below.

- **Customer Security:** Smart meters measure the amount of energy that is consumed in our homes. The data shows not only how much our bill is going to be, but also gives clues about our private life such as times when we aren't at home.
- **Increasing number of intelligent devices:** SGs have many intelligent devices connected to them, which are responsible for electrical supply and demand and anyone of these devices may be used as entry points by hackers. Furthermore, due to the complexity of SG networks monitoring these potential entry points is extremely difficult.
- **Physical Security:** Traditional power systems have enormous power plants that are protected by fences, 7/24 online security cameras and on-site guards. However, most of a SG's components are outside of a utility company's property. As a result, these locations are unprotected and vulnerable to unauthorized physical access.
- **Lifespan of Systems:** Power and IT systems have different lifespans, but they must be compatible with SGs. Power systems have longer lifespans than IT systems and this mismatch may be a weak security point.
- **Using Internet Protocol (IP) in SG:** IP standards are compatible with various electronic components. However, IP based systems are naturally weak to attacks like IP spoofing, Tear Drop, Denial of Service, and other internet based attacks.
- **Stakeholders:** Stakeholders can be a weak point for a possible of insider attacks.

B. Threats

Threat is a multiplication factor for calculating risk and also has many consequences such as, destruction of power systems, disclosure of private information, manipulation of the energy market, interruption of operations, and denial of services. Threats are divided in two classes: accidental and deliberate ones [3].

- **Accidental Threat:** These include natural disasters, careless equipment failure and human carelessness are examples of accidental threats. These threats may be more hazardous than deliberate ones.
- **Deliberate Threats:** If these types of threats are successful, their consequences can inflict

tremendous damage at different levels including legal, social and financial.

The following table lists different possible threats and their types and additional threats can be found European Network and Information Agency SG Security Report.

I. Types of Threats[3]

Threat Classifications	
Technical	Malware
	Unauthorized firmware replacement
	Physical manipulation of devices' subcomponents
	Traffic injection
	Sensible information theft
Corporate Image and Information management	Low quality information for decision making
	Lack of comprehensive insurance coverage
	Unfavorable contractual agreements
	Rumour
	Weak knowledge of regulations
Legal, social aspects and human ethics	Strike
	Sabotage
	Employee unreliability
	Retention
	Error
Organizational	Weak relations between management staff
	Weak internal controls
	Badly controlled outsourcing
	Labour accidents
	Illness
International Relations/Politics	War
	Terrorism
	Regional conflict
	Organized crime
	Government corruption
Marketing/ Economical /Financial	Product/service boycott
	Non adapted product
	Bad strategic decisions
	High competition
	Negative Return on Investment (ROI)
Environment	Radio-electric incident
	Pollution
	Nuclear catastrophe
	Chemical disaster
	Biological disaster

We witnessed many cyber-attacks to SGs. For instance, considering power generation, Edwin I nuclear power plant was forced to shut down emergently due to software update. Public didn't receive any danger, but the power company lost millions of dollars. Concerning, distribution and transmission, US electric grid was under attack in 2009. IT administrations recognized that hackers from China and Russia had hacked and hidden a software that is capable of cutting power supply at any time. In terms of AMI, Mike Davis, a security consultant, demonstrated a simulated cyber-attack to whole metering infrastructure and managed to take control of smart meters, which are about 15,000 out of 22,000 houses in a 24 hours' time. [3]

A software called "Stuxnet" was detected in June 2010. This malware is similar to a worm due to two reasons: Firstly, taking advantage of vulnerabilities for disturbing systems and secondly for being an Industrial Control Security rootkit, it can modify accidentally Programmable Logic

Controller's behavior, specifically Siemens S7 PLC microcontrollers. This sophisticated tool can only be developed by governments due to its capabilities. Security experts consider that Iranian Natanz nuclear facility is the target. Duqu is also another a worm. Duqu and Stuxnet have in common their source code, so the authors of both software may be the same people. Unlike Stuxnet, Duqu's main mission is to collect information for future attacks.

I. ORGANIZATIONS FOR SG STANDARDS

There are international organizations that deal with securing Smart Grids by publishing standards. These organizations include: International Electro technical Community (IEC), IEEE Smart Grid, National Institute of Standards and Technology (NIST) and National Standard of People's Republic China (P.R.C.).

A. International Electro Technical Community (IEC)

IEC established Strategic Group (SG3) on SG in 2008. The IEC intended to achieve standards on security, High Voltage Direct Current (HVDC), blackout prevention, DERS, AMI, DR, and load management.

IEC 62357, IEC 61970, IEC 61968 and IEC 62351 are an example of standards. Moreover, IEC61850 deals with substation automation and it features data modelling, reporting schemes, commands and data storage. [4]

B. National Institute of Technology (NIST)

NIST publishes Guidelines for Smart Grid Cybersecurity in three volumes: Volume 1; Smart Grid Cybersecurity Strategy, Architecture, and High-Level Requirements, Volume 2; Privacy and the Smart Grid, Volume; and Supportive Analyses and References on September 2014.

Organizations should use these reports for identifying and applying appropriate security requirements.

C. IEEE Smart Grid

The IEEE Smart Grid is established by IEEE and its goal is to develop standards, conferences, publications and education. IEEE works closely with NIST on standards. IEEE has published more than 100 standards for addressing many technologies such as broadband over power lines, cyber security, DERs, Distributed Network Protocol (DNP3), and Green gas emission credits. For example, IEEE 1686-2007 is a standard for substation Intelligent Electronic Devices Cyber Security Capabilities and IEEE 2030-2011 is another standard for Guide for Smart Grid Interoperability of Energy Technology and Information Technology Operation with the Electric Power System, End-use Applications, and Loads.

D. National Standard of P.R.C.

There are three codes for standards and these are GB, GB/T and GB/Z. GB is used for mandatory national standards, GB/T means voluntary national standards and GB/Z refers to national standardization guiding technical documents. State Grid Corporation of China uses the GB18336 for Smart Grid Security Assessment.

II. CYBER SECURITY STRATEGY

Cyber security strategies aim to address prevention, detection, response, and recovery. Figure 2 illustrates these tasks in the SGs. The set of use case analysis is helpful for defining risk assessment, developing reference models, and setting the security requirements in Task 1. Performance of risk assessment is calculated by taking into account top-down analysis, bottom-up analysis, and vulnerability classes in Task 2. The output of task 2 is the basis for determining security requirements. Moreover, privacy assessments should also be considered when an organization implements security standards. The following source documents are used for high-level security requirements in Task 3.

- NIST SP 800-53, Revision 3, Recommended Security Controls for Federal Information Systems and Organizations, August 2009;
- NERC CIP 002, 003-009, version 3;
- Catalog of Control Systems Security: Recommendations for Standards Developers, Department of Homeland Security, March 2010.

The goal of task 4a is to develop a reference model and the goal of task 4b is to assess SG standards. Conformity assessment, also known as compliance assessment is a process whether a service meets technical standards and satisfy relevant requirements. Finally, a conformity assessment is done.

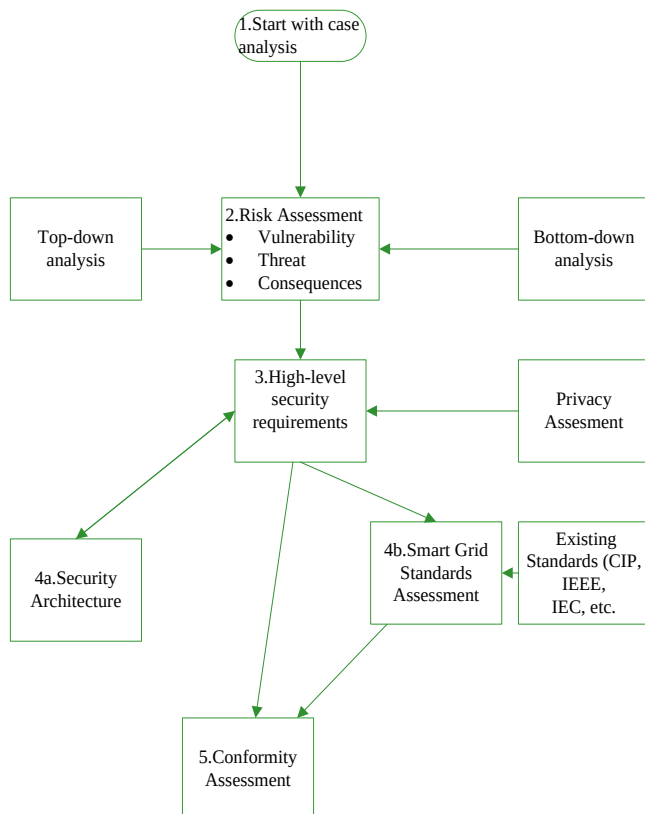


Figure 2 Tasks in SG Security Strategy [5]

III. CONCLUSION

SGs are a system of systems and have a complex architecture so there are inevitable vulnerabilities, threats, and risks that could disrupt millions of lives. Securing such a critical infrastructure is vital and governments and utility companies must give importance to it.

REFERENCES

- [1] Satılmış, G. (2015). Designing A PLC Modem for Smart Grid Applications (Master Dissertation)
- [2] Fadi Aloula, A. R. Al-Alia , Rami Al-Dalkya, Mamoun Al-Mardinia, Wassim El-Hajjb, "Smart Grid Security: Threats, Vulnerabilities and Solutions", 2012 International Journal of Smart Grid and Clean Energy
- [3] European Network and Information Agency, Smart Grid Security, Annex II. Security aspects of the smart grid
- [4] Wang, Y., et al. (2011). Analysis of Smart Grid security standards. Computer Science and Automation Engineering (CSAE), 2011 IEEE International Conference on.
- [5] Introduction to NISTIR 7628 Guidelines for Smart Grid Cyber Security, September 2010

YAPAY SİNİR AĞLARI İLE KULLANICI PROFİLLEME VE KONFOR SEVİYESİ TAHMİNİ

Uygar GÜNEŞ

Elektrik ve Elektronik Mühendisliği
TOBB Ekonomi ve Teknoloji
Üniversitesi
Ankara, TURKEY
ggunes.uygar@gmail.com

Övünç ELBİR

Elektrik ve Elektronik Mühendisliği
TOBB Ekonomi ve Teknoloji
Üniversitesi
Ankara, TURKEY
o.elbir@gmail.com

Murat ÖZBAYOĞLU

Bilgisayar Mühendisliği
TOBB Ekonomi ve Teknoloji
Üniversitesi
Ankara, TURKEY
mozbayoglu@gmail.com

ÖZETÇE

Bu çalışmada çeşitli kullanıcıların (yüksek lisans asistanları) birlikte çalıştıkları bir laboratuvarın otonom ve enerji verimliliği yüksek bir sistem haline dönüştürülmesi amaçlanmıştır. Sistemin otonom ve verimli davranış sergilemesi için laboratuvar asistanları üzerinden çeşitli veriler toplanmıştır ve bu veriler Yapay Sinir Ağı kullanılarak, sistem istenilen özelliklere sahip bir model haline dönüştürülmüştür. Ağ girdileri olarak kullanıcı bilgisi, ışık şiddeti, ısılandırma durumu, ortamın nem ve sıcaklık bilgisi, dış ortamın sıcaklık ve nem bilgisi kullanılmıştır, çıktı olarak kapı-cam, klima, ısılandırma komponentlerinin bilgisi kullanılmıştır. Ağ eğitilerek mevcut verilerle test edilmiş ve ağ yapısının doğru sonuç verme kabiliyeti incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler – Yapay Sinir Ağları, Akıllı Sistemler, Enerji Verimliliği, Kullanıcı Profili Belirleme

ABSTRACT

In this study, transforming a research laboratory where various users (graduate research assistants) work together into an autonomous and energy-efficient one is aimed. In order to achieve autonomous and efficient behaviour, graduate research assistant (user) data is collected and passed to an Artificial Neural Network (ANN) to transform the system into a model for achieving the desired motivation. The network inputs are selected as user information, illumination level, illumination state, relative temperature and humidity of the laboratory, whereas the output features are the states of door-window, air-condition and illumination components. The network is trained using the collected data and the ability for successful identification of the output components are analyzed.

Keywords – Artificial Neural Networks, Intelligent Systems, Energy Efficiency, User Profile Identification

I. GİRİŞ

Geçtiğimiz yıllarda enerji tasarrufu üzerinde yoğunlaşan araştırmalar ve bunların ışığındaki uygulamalar gelişen teknolojiye bağlı olarak son zamanlarda yerini enerji

verimliliği konseptine bırakmaktadır [1][2]. Enerji tasarruflu donanımın kullanılması, bazı ön tanımlı senaryolar altında zamanlı yapıların oluşturulmasına ek olarak enerji duyarlı sistemler ile kullanıcının konfor seviyesi tahmin edilerek ortam kullanıcı için önceden hazırlanmakta ve bu sayede enerji tasarrufunu en yüksek seviyeye çıkartmak hedeflenmektedir.

Günümüzde yapay sinir ağlarıyla ilgili çalışmalar hızla artmaktadır[3][4]. İnsan beyninin çalışma mantığından esinlenerek ortaya atılan bu kavram çoğu problemin çözümünde çok iyi sonuçlar vermektedir. Yüksek doğruluğa sahip olması ve tamamen otonom bir yapı elde etme imkanı sunması gün geçtikçe daha da yaygınlaşmasına olanak vermektedir [5].

Bu çalışmada TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi'ndeki bir araştırma laboratuvarında çalışan araştırmacıların konfor seviyelerinin profillemesi hedeflenmiştir. Bu amaç doğrultusunda laboratuvar ortamı sıcaklık, nem ve ışık şiddeti sensörleri ile donatılmış ve veri toplanmıştır. Sensör parametrelerini girdi olarak alan bir yapay sinir ağı eğitilmiş ve profillemeye işlemi başarı ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın geldiği noktada eyleyicilerin de projenin içine alındığı durumda enerji duyarlı, öğrenebilen, akıllı bir yaşam alanı oluşturmanın mümkün olduğu açıkça görülmektedir.

Makalemiz 7 konu başlığından oluşmaktadır. Giriş kısmından sonra yer alan ilgili konu başlıkları sırasıyla “Sistem verilerinin toplanması”, “Verilerin İşlenmesi”, “Matlab Çalışma Ortamı ve Yapay Sinir Ağına Eğitilmesi”, “Yöntem”, “Sonuçlar”, “Tartışma ve Yorumlar” olarak oluşturulmuştur.

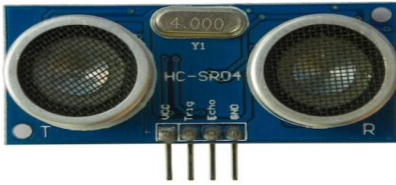
II. SİSTEM VERİLERİNİN TOPLANMASI

Çalışmamızda araştırma laboratuvarındaki asistanların hangi durumda hangi davranışları sergilediği bilgisi için elektronik ve yazılımın bir arada olduğu bir sistem oluşturuldu. Sistem üzerinden toplanan veriler aşağıdaki şekilde kurgulanmıştır:

- Ortamın sıcaklığı ve nemi
- Dışarının sıcaklığı ve nemi
- Ortamın ışık şiddeti bilgisi
- Pencere ve kapı durum bilgileri
- Klima bilgisi
- Işıklandırma bilgisi
- Kişi bilgisi

Belirtilen bilgilerin alınmasında çeşitli sensörler kullanılmıştır. Ayrıca bu bilgilerin toplanmasında en basit ve en az maliyetli yol seçilmeye çalışılmıştır. Kullanılan sensörler şu şekildedir:

- Kişilerin odada olup olmadığı bilgisini elde edilmesi için kullanılan sensör mesafe sensörüdür ve Şekil. 1'de gösterilmektedir. Sensör bilgisayar üzerine monte edilerek gerekli bilgiler elde edilmiştir.



Şekil. 1 Mesafe Sensörü

- Ortam ışık bilgisi, klimalarını çalışma durumu, ışıklandırma bilgisi LDR ile sağlanmaktadır ve Şekil. 2'de gösterilmektedir.



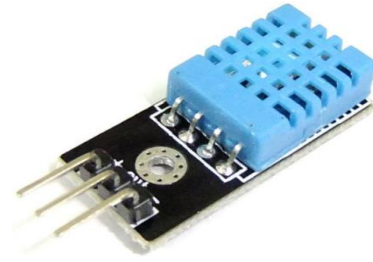
Şekil. 2 LDR (Light Dependent Resistor)

- Kapı ve camların açık-kapalı bilgisi için reed switch kullanılmıştır ve Şekil. 3'te gösterilmektedir.



Şekil. 3 Reed Switch (Manyetik Etkili Anahtar)

- Ortamın ve dışarının nem ve sıcaklık bilgilerinin elde edilmesinde ısı ve nem ölçümünü bir arada yapan DHT11 sensörü kullanılmıştır ve Şekil. 4'te gösterilmektedir.



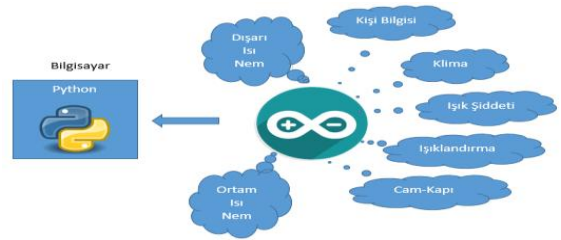
Şekil. 4 DHT11 Isı ve Nem Sensörü

Yukarıda belirtilen sensörlerden elde edilen bilgiler tek bir merkezde değerlendirilmektedir ve veri akışını yönlendirmektedir. İlgili merkez için günümüzde fazlaca kullanılan ve programlanması kolay olan Arduino UNO kartı kullanılmıştır ve kart Şekil. 5'te gösterilmektedir.



Şekil. 5 Arduino UNO Kartı

Sistem üzerindeki herhangi bir bileşende meydana gelen değişim (Kapı, cam, ışıklandırma ve klima durumlarındaki değişim) sistem üzerinden mevcut durumların bilgisinin alınmasını tetiklemektedir. Arduino kartı bu bilgileri topladıktan sonra seri haberleşme ile bilgisayar ortamına aktarılmaktadır. Veri akışı Şekil. 6'da gösterilmektedir.



Şekil. 6 Sistem Veri Toplama Akışı

Bilgisayar ortamında bu bilgilerin düzenli bir şekilde saklanması ve işlenmesi için ek bir arayüz oluşturulmuştur ve arayüz için Python programlama dili kullanılmıştır. Arayüz, verilerin gözlenebilme ve olası problem durumunda sisteme hemen müdahale etme olanağı sağlamaktadır. Oluşturulan arayüz Şekil. 7'de gösterilmektedir.

Yapay Sinir Ağları Data Toplama

İletişim Kur: İletişim Kes: COM4

Zaman Bilgi	Kipi Durumu	Işık Şiddeti	Oda Sıc.	Oda Nem	Dışarı Sıc.	Dışarı Nem	Oda Işık	Kapı/Cam Dur.	Klima Durum
07/22/16 18:06:01	10.0	141.0	26.0	37.0	36.0	29.0	1.0	0.0	0.0
07/22/16 18:22:45	10.0	575.0	27.0	37.0	27.0	17.0	0.0	0.0	0.0
07/22/16 23:17:22	10.0	0.0	27.0	37.0	27.0	17.0	1.0	0.5	0.0
07/22/16 23:18:04	10.0	636.0	27.0	37.0	23.0	36.0	0.0	0.0	0.0

Şekil. 7 Python Programla Diliyle Oluşturulan Arayüz

Gelen bilgiler daha sonra işlenmek üzere Excel ortamına aktarılmaktadır.

III. VERİLERİN İŞLENMESİ

Sensörlerden gelen veriler ham veriler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu veriler üzerinde her bileşen için ayrı ayrı normalizasyon işlemi uygulanmıştır. Normalizasyon işlemi için kullanılan denklem (1)'de gösterilmektedir.

$$Veri_{norm} = 0.8 * \left(\frac{Veri_i - Veri_{min}}{Veri_{max} - Veri_{min}} \right) + 0.1 \quad (1)$$

- $Veri_{norm}$: Normalize edilmiş veri
- $Veri_i$: i. indeksteki veri
- $Veri_{min}$: Verinin minimum değeri
- $Veri_{max}$: Verinin maksimum değeri

Veriler normalize edilirken [0.1- 0.9] aralığı kullanılmaktadır. bunun nedeni ağda kullanılan aktivasyon fonksiyonunun 0 ve 1 değerlerine zor yaklaştığından dolayıdır [6]. Normalizasyon sonunda elde edilen verilerin bir bölümü TABLO 1'de gösterilmektedir.

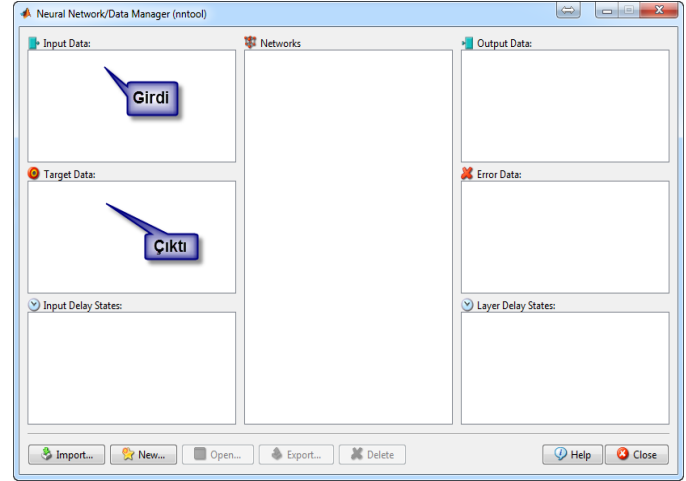
TABLO 1
NORMALİZE EDİLMİŞ VERİNİN BİR BÖLÜMÜ

Işık Şiddeti	Oda Sıcaklık	Oda Nem	Dışarı Sıcaklık	Dışarı Nem
0,55	0,5	0,6	0,83	0,36
0,72	0,23	0,6	0,83	0,36
0,51	0,5	0,6	0,72	0,38
0,67	0,63	0,53	0,62	0,44
0,83	0,63	0,53	0,72	0,42
0,83	0,63	0,53	0,76	0,38
0,86	0,5	0,68	0,76	0,38

Tablo içerisinde sadece girdi bilgileri gösterilmektedir normalizasyon işlemi aynı şekilde çıktı bilgileri için de yapılmaktadır.

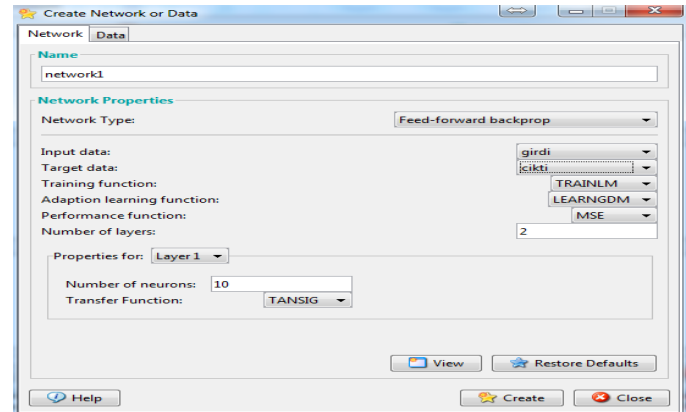
IV. MATLAB ÇALIŞMA ORTAMI VE YAPAY SİNİR AĞININ EĞİTİLMESİ

Sistemimizden elde edilen normalize edilmiş veriler bir çok katmanlı Yapay Sinir Ağı üzerinde eğitilmiştir. Çalışmamızda ağ eğitimi için Matlab kullanılmıştır [7]. Matlab ortamında, verilerin tanıtılması ve uygun seçimlerin gerçekleştirilmesi için kullanıcıya Şekil. 8'de gösterilen şekilde bir arayüz sunulmaktadır.



Şekil. 8 Matlab nntool Arayüz

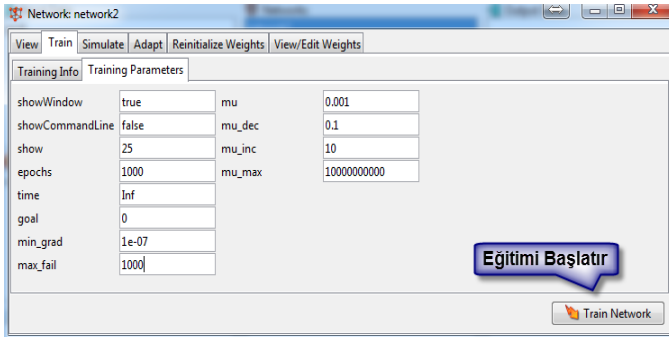
Sahip olduğumuz veriler statik veriler olduğu için arayüz içerisindeki "Input Delay States" için herhangi bir veri girilmemiştir. Sahip olduğumuz girdi ve çıktı verileri arayüz içerisine aktarıldıktan sonra Şekil. 9'da gösterilen yapay sinir ağlarıyla ilgili parametreler doldurulmuştur.



Şekil. 9 Yapay Sinir Ağ Ayarları

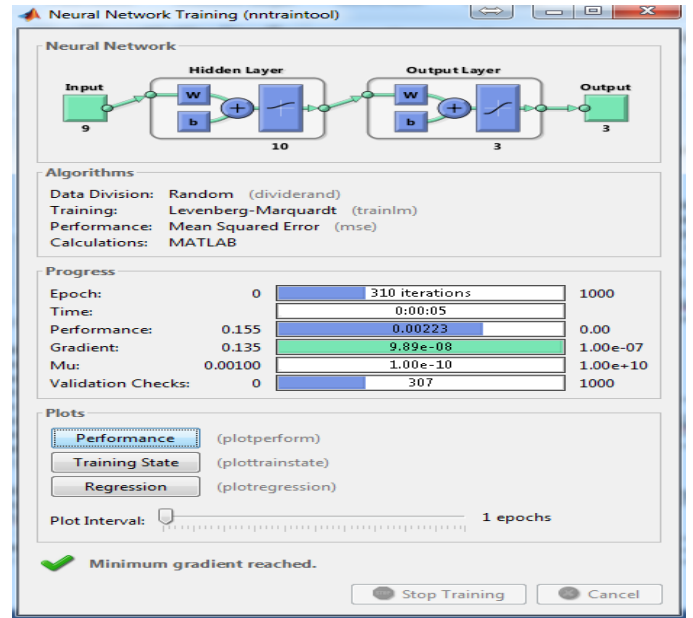
Şekil. 9'daki arayüz üzerinde ağ tipi, ağın katmanlarındaki nöron sayısı performans fonksiyonu, öğrenme fonksiyonu gibi özellikler seçilmektedir. Çalışmamızda "Feed-forward backpropagation" (İleri beslemeli geri yayımlı yapay sinir ağı) tercih edilmiştir. Sistemimiz doğrusal ayrılmayan

problem olduğu için çok katmanlı ağ tercih edilmektedir. Çok katmanlı yapı sayesinde uzay değiştirilerek doğrusal ayrılabilen model haline getirilmektedir. Performans fonksiyonu olarak “Mean Squared Error” (Hataların karelerinin ortalaması) tercih edilmiştir. Eğitim fonksiyonu olarak Levenberg-Marquardt (trainlm) tercih edilmiştir. Bu fonksiyon geri yayılım algoritmalarının en hızlı olanıdır. Adaptasyon öğrenme fonksiyonu olarak “learnngdm” tercih edilmiştir ve bu fonksiyon ağırlık ve sapma değerlerini sabit bir şekilde değiştirmeyip bir momentum uygulayarak değiştirmektedir [8]. Böylelikle öğrenmeye başlarken büyük adımlarla ilerlerken, çözüme yaklaşıırken küçük adımlarla hareket edilmesi sağlanmaktadır. Bir sonraki pencerede ise oluşturduğumuz ağın öğrenme parametreleri ayarlanmaktadır ve bu arayüz Şekil. 10’da gösterilmektedir.



Şekil. 10 Eğitim Parametrelerinin Ayarlanması

Arayüz üzerinden bulunan “Train Network” (Ağı öğret) ile eğitim başlatılmaktadır. İlgili eğitim parametrelerinden herhangi biri kritik değere ulaştığı zaman ağ eğitimini tamamlamaktadır. Ağın eğitiminin nasıl ilerlediği ve eğitimin istenilen seviyeye ulaşıp ulaşmadığının belirlenmesine yönelik Şekil. 11’deki arayüz seçenekleri sunulmuştur.



Şekil. 11 Ağ Eğitim Akışı ve Çıktı Arayüzü

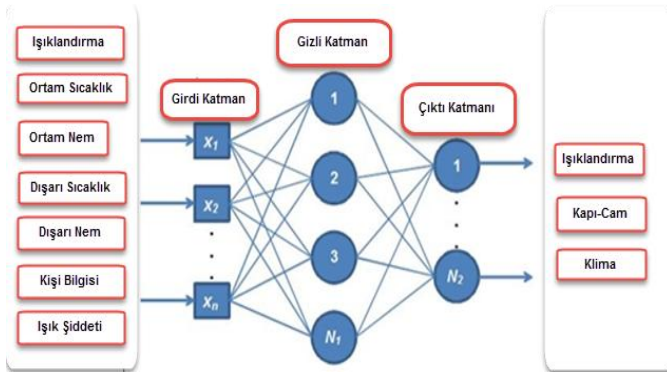
Çalışmamızda laboratuvar ortamındaki ısılandırma, klima, cam ve kapı kontrollerinin uygun koşullara göre kontrol edilmesi amaçlanmıştır. Sistemimiz eğitilirken daha önceden toplanmış olan verilerin bir kısmını girdi bir kısmı da çıktı olarak kullanılmıştır. Ağ girdisi olarak kullanılan parametreler şu şekildedir:

- Ortamın sıcaklık ve nem bilgisi
- Dışarının sıcaklık ve nem bilgisi
- Asistanların durumları
- Ortam ışık şiddeti
- ısılandırma bilgisi

Ağ çıktısı olarak kullanılan parametreler de şu şekildedir:

- Klimaların durumu
- Kapı- cam durumları
- ısılandırma bilgisi

Bu bilgiler ışığında yapay sinir ağıımız Şekil. 12’de gösterildiği forma ulaşmıştır.



Şekil 12 Yapay Sinir Ağı Modeli

Elde etmiş olduğumuz verilerle ağıımızı eğitmemizdeki amaç değişen ortam koşullarına göre ideal davranışı sergilenmesi için ortamdaki klima, ışıklıdırma ve kapi-cam kontrolünü sağlamaktır. Bu işlemleri gerçekleştirirken de enerji verimliliğini ön plana çıkarmaktır. Burada ana belirleyici faktör veri toplama işlemini gerçekleştirdiğimiz asistanların davranışlarıdır. Eğer verimlilik ön planda tutulursa ağ da verimli enerji üzerine kurulmuş olacaktır. Normal sistemlerde bunun gibi bir özellik tanımlı değildir. bu tip sistemlerin kendileri için kritik değerleri vardır ve buna göre hareket etmektedirler. Etrafında aynı işlemi daha az enerji tüketimi ile gerçekleştirecek ekipmanlar ile genellikle ilgilenmez.

V. YÖNTEM

Çalışmamız, laboratuvar ortamındaki ışıklıdırma, klima ve cam-kapi kontrolü üzerine kurulmuştur. Bu faktörler aç-kapa mantığıyla kontrol edilmektedir. Bundan dolayı problem bir sınıflandırma problemi olarak karşımıza çıkmıştır. Laboratuvar ortamındaki ışıklıdırma 4, klima 3 ve kapi-cam kontrolü 3 farklı şekilde kurgulanmıştır. Eğitimlerimizde bundan dolayı çıktı sayısı 10 olarak çıkmaktadır ve ateşleme sonucunda her araç için 1 faktörün seçimi yapılmaktadır. Matlab'ın sunmuş olduğu araçlar yardımıyla eğitimler gerçekleştirilmiştir. Yaklaşımımız ilk olarak sınıflandırma probleminin çözümü olarak gerçekleştirilmiştir. Matlab araçlarını bu şekilde kullandığımızda elde etmiş olduğumuz çıktılar çok mantıklı olmamıştır ve doğruluk açısından tatmin etmemiştir. Bundan dolayı problem çözümüne farklı bir yaklaşımla gidilmiştir. Problemlerin diğer bir türü olan regresyon problemi çözümü çalışmamızda tercih edilmiştir. Sistemimiz eğitildiğinden çıktılarımız 0 – 1 aralığında değerler olarak dönmektedir. Laboratuvar ortamındaki her bileşenin (komponentin) durumlarından yalnız biri seçileceği için ağ çıktısını 4-3-3 şeklinde bloklara ayırmaktayız. Ardından bu blokların kendi içerisindeki maksimum değeri basit bir kod parçası ile 1'e çekip diğer değerleri 0'a çekerek regresyon problemini sınıflandırma problemine çevirmekteyiz [9]. Bu şekilde yaptığımız çalışmalarda ağıımız sınıflandırma problemi şeklindeki yaklaşımımızdan çok daha iyi sonuçlar vermiştir.

VI. SONUÇLAR

Regresyon olarak uygulanıp son olarak sınıflandırma problemine döndürdüğümüz problemimiz aslında 10 çıktıya sahiptir. YSA'nın çalışma şekli, bu 10 çıktıdan herhangi birinin seçilmesi üzerine kurulu değildir. Ağ çıktısı, bu 10 çıktıdan 3'ünün seçilmesi üzerine kuruludur. Seçilen 3 çıktının her biri ayrı ayrı komponentlerin durum çıktılarını ifade etmektedir. Bundan dolayı ağ çıktılarını incelerken kullandığımız karmaşıklık matrisleri Kapi-cam, ışıklıdırma ve klima durumları için ayrı ayrı ele alınmıştır ve karmaşıklık matrisleri Şekil. 13, Şekil 14, Şekil 15'de gösterilmektedir.

Output Class	1	2	3	
1	1 1.1%	0 0.0%	0 0.0%	100% 0.0%
2	0 0.0%	17 19.1%	5 5.6%	77.3% 22.7%
3	1 1.1%	11 12.4%	54 60.7%	81.8% 18.2%
	50.0% 50.0%	60.7% 39.3%	91.5% 8.5%	80.9% 19.1%
	1	2	3	
	Target Class			

Şekil 13 Cam-Kapi için Karmaşıklık Matrisi

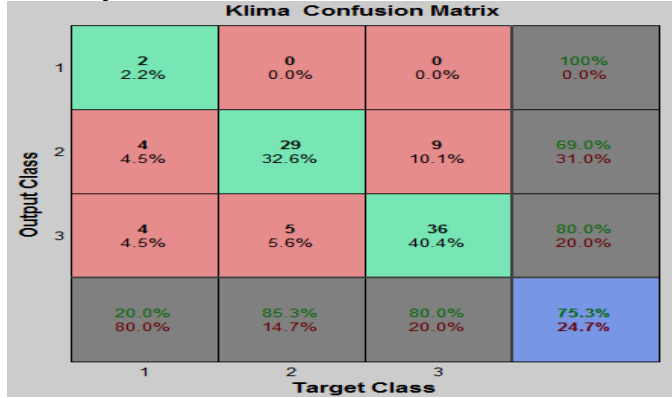
Şekil. 13 incelendiğinde sistemin anlık olarak sahip olduğu mevcut durumlar karşısında cam-kapi durumunun doğru tespit edilmesi yüzdesi olarak karşımıza %80.9 gibi yüksek bir değer çıkmaktadır.

Output Class	1	2	3	4	
1	53 59.6%	1 1.1%	0 0.0%	0 0.0%	98.1% 1.9%
2	2 2.2%	27 30.3%	1 1.1%	0 0.0%	90.0% 10.0%
3	0 0.0%	0 0.0%	5 5.6%	0 0.0%	100% 0.0%
4	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	NaN% NaN%
	96.4% 3.6%	96.4% 3.6%	83.3% 16.7%	NaN% NaN%	95.5% 4.5%
	1	2	3	4	
	Target Class				

Şekil 14 Işıklıdırma için Karmaşıklık Matrisi

Şekil 14 incelendiğinde ışıklıdırma için mevcut durumlar karşısında ağın verdiği çıktı ile olması gereken çıktı karşılaştırıldığında % 95.5'lik bir tutarlılık sağlandığı görülmüştür. Ayrıca yanlış çıktılar incelendiğinde siyah-beyaz gibi birbirinden tam ayrık değil, sadece 1 derece fazla

veya az şeklinde sonuç verdiği gözlenmiştir. Bu koşullar da kullanıcıyı tatmin edebilir.



Şekil 15 Klima için Karmaşıklık Matrisi

Son olarak Şekil 15 incelendiğinde klima için ağın vermiş olduğu çıktı ile olması gereken çıktı arasındaki tutarlılık %75.3 olarak elde edilmiştir. Aslında sistem içerisindeki Klima ve cam-kapı aynı amaca hizmet ediyor şeklinde tasarlanmıştır. Bundan dolayı kapı-cam ve klima karmaşıklık matrislerinin bir arada değerlendirilmesinin daha mantıklı olduğunu düşünülebilir. Bundan dolayı birinin yanlış cevabı diğerinin yanlış cevabı ile dengelenip tüm sistem çıktısının doğru çıktı verdiği durumların oluşacağı düşünülebilir. Bu yaklaşım üzerinden değerlendirildiğinde ağ çıktısı ile olması gereken çıktı arasındaki ilişki doğruluğu daha da kuvvetlenecektir.

Çalışmanın doğruluğu konusunda ele almış olduğumuz karmaşıklık matrisleri iyi bir yol gösterici durumundadır, fakat asıl amacımız ilgili 3 komponent için elde edilen çıktıların mevcut durumlar karşısında arzulanan çıktıyla tam örtüşmesidir. Yapılan çalışmada son olarak tüm komponentlerin cevaplarının arzulanan çıktı ile tam tutarlı olması durumu incelenmiştir. Bu bakış açısına göre verilen çıktı doğruluğu TABLO 2 'de gösterilmektedir. Ayrıca sisteme tamamen yabancı olan birinin mevcut durumlar karşısında ilgili komponentler üzerindeki öngörüsünün doğruluğu da TABLO 2'de gösterilmektedir. Sisteme tamamen yabancı olan birinin vereceği cevabın doğruluğu olasılıksal doğruluk (rastgele verilecek cevapların doğru olma olasılığı) olarak ifade edilmektedir. Ağ doğruluğu ise ağın verdiği cevap ile arzulanan çıktı arasındaki tutarlılığı ifade etmektedir.

TABLO 2
YAPAY SINIR AĞI BAŞARI PERFORMANSI

Parametre	Olasılıksal Doğruluk	Ağ Doğruluğu
Sistem	%2.7	%56.18
Işıklandırma	%25	%95.5
Cam-Kapı	%33	%80.9
Klima	%33	%75.3

Tam anlamıyla çıktıların tutarlı olmadığı TABLO 2'de görülmektedir. Bunun nedeni olarak kullanılan öznelik eksikliği, sistem içerisindeki parazitlik ve bireylerin ruh halindeki değişim olarak düşünülmektedir. Bu durumlar da öznelik olarak eklenmesi halinde daha iyi sonuçlar elde edilebileceği düşünülmektedir. Daha aşamada bu faktörler de göz önüne alınarak veri toplama işlemi tekrar gerçekleştirilip ağ davranışının doğruluğunu daha yukarılara çekmek için çalışılacaktır.

VII. TARTIŞMA VE YORUMLAR

Bu çalışmada bir laboratuvarında çalışan bireylerin pencere-kapı, klima ve ışıklandırma kullanım bilgileri göz önüne alınarak kullanıcı profili belirlenmesi ve enerji verimliliği sağlanabilmesine yönelik bir sistem oluşturulması hedeflenmiştir. Çalışma esnasında laboratuvar ortamında çeşitli sensörler üzerinden veriler toplanmış ve elde edilen veriler bir YSA yardımıyla eğitilmiştir. Geliştirilen YSA modeli ile çeşitli kullanım senaryolarına göre hangi kullanıcının hangi bileşeni çalıştıracağı önceden öngörülmektedir. Oluşturulan modelin iyi sayılabilecek bir seviyede doğru tahmin yapabildiği gözlenmiştir.

Gelecek çalışmalarda, öncelikle ortam bilgisi ve veri toplanılan sistem bileşenleri artırılarak daha kapsamlı bir yapı oluşturulması düşünülmektedir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar akıllı laboratuvar, akıllı ev çalışmaları kapsamında diğer çalışmalara entegre olabilecek bir şekilde geliştirildiği takdirde enerji verimliliği konusunda entegre bir ürünün parçası olabileceğine sahip olacaktır. Bu amaca yönelik çalışmalarımız devam etmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Tascikaraoglu, A., A. R. Boynuegri, and M. Uzunoglu. "A demand side management strategy based on forecasting of residential renewable sources: A smart home system in Turkey." *Energy and Buildings* 80 (2014): 309-320.
- [2] Ziekow, Holger, et al. "The potential of smart home sensors in forecasting household electricity demand." *Smart Grid Communications (SmartGridComm), 2013 IEEE International Conference on. IEEE, 2013.*
- [3] Mehr, Homay Danaei, Huseyin Polat, and Aydin Cetin. "Resident activity recognition in smart homes by using artificial neural networks." *2016 4th International Istanbul Smart Grid Congress and Fair (ICSG). IEEE, 2016.*
- [4] Han, Jinsoo, et al. "Smart home energy management system including renewable energy based on ZigBee and PLC." *IEEE Transactions on Consumer Electronics* 60.2 (2014): 198-202.
- [5] <http://www.bestdergisi.com.tr/arsiv/yazi/74-akilli-ev-sistemleri-ile-iklimlendirme-kontrolu-ve-enerji-tasarufu>
- [6] https://ybssoftware.files.wordpress.com/2011/03/ysa_uygulama.pdf
- [7] <http://www.mathworks.com/help/nnet/gs/fit-data-with-a-neural-network.html>
- [8] http://www.image.ece.ntua.gr/courses_static/nn/matlab/nnet.pdf
- [9] <http://www.yildiz.edu.tr/~gulez/3k1n.pdf>

Zihinsel Engellilerin Eğitiminde Kullanılan Sanal Materyal İçin Frekans ve Kmeans ile Seviye Belirleme Sistemi

The System of Identification by Frequency and K-Means for Virtual Material Used in Education of Mentally Disorders

Cansu AKYÜREK

Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü
Van, Türkiye
cansuakyurek92@gmail.com

Ahmet Anıl MÜNGEN

Fırat Üniversitesi
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
Elazığ, Türkiye
amungen@gmail.com

Özet— Zihinsel engel doğum öncesi, doğum esnası ve doğum sonrası gelişim sürecinde, çeşitli sebeplerden dolayı, zihinsel, psiko-devimsel, sosyal olgunluk, gelişim ve fonksiyonlarda sürekli yavaşlama, duraklama ve gerileme sonucu olarak akranlarına göre % 25 ve daha yüksek oranda gerilik oluşturan sürekli bir durumdur [1]. Bu tanım kapsamında zihinsel engeli bulunan çocuklar için engeli bulunmayan öğrencilere sunulan genel eğitim hizmetleri yetersiz kalmaktadır. Buda eğitilebilir çağdaki zihinsel engelli bireylerin eğitimi için özel eğitim yöntemlerine olan ihtiyacı artırmaktadır. Engelli bireylerin eğitimlerinde teknolojik yöntemler sıklıkla kullanılmaktadır. Sanal sistemler geç öğrenip çabuk unutma gibi öğrenme zorluğu yaşayan engellilerin eğitiminde büyük fayda sağlamaktadır. Bu sistemler sayesinde gerçek dünyadaki bir çok durum yansıtılabilir. Esnek bir şekilde yeni yetenekler eklenebilen bu sistemlere büyük ölçüde ve farklı görev ataması yapılabilir. Ayrıca sanal sistemler gerçek dünyaya kıyasla daha az maliyetli olabilmektedir [2],[3]. Öğrenci gruplarına göre materyalin oluşturulmasından ziyade o materyalin ne kadar etkili, öğretici düzeyinin ne kadar yüksek olduğu da çok önemlidir. Öğrencilere daha verimli ve eğlenceli öğrenme yolunu açan materyallerin geliştirilmesi zihinsel engelli eğitimi için önemlidir. Bu çalışmada zihinsel engellilerin eğitimi için yaşanan materyal eksikğine büyük katkı sağlayacak olan sanal materyal sistemi için seviye belirleme sistemi oluşturulmuştur. Öğrencilerin öğrenme modulünde yapmış oldukları seçimlere dayanarak sonraki adımda hangi seçimi yapmaya meyilli oldukları gözlenip, TF-IDF(Term Frequency – Inverse Document Frequency) modeli kullanılarak öğrencinin en çok seçim yaptığı varlıklar belirlenerek daha kolay öğrenmeye yakın olduğu varlıklar belirlenecektir. Belirlenen değerlere bağlı olarak K-Means kümeleme algoritması kullanılarak materyalin zorluk seviyeleri belirlenecektir. Bu sayede öğrencilere daha etkili öğrenme sağlayacak materyal modülleri hazırlanması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler—Zihinsel Engelli, Sanal Materyal, TF-IDF, Zorluk Seviyesi, K-Means

Abstract— Mental disorder is a steady state which constitutes %25 percentage and more higher proportion deficiency as they peers, as a result of constantly deceleration, pause, regression in

mental, psycho-motional, social maturity and developing functions by various reasons in the period of prenatal, antenatal and postnatal progress [1]. Within the scope of this definition general educational services come up short for children, who are mental disorder with regard to children who haven't any mentally disorder. And this increases the necessary of ways in special education services for mentally persons who are in age of education. In education of disable children auxiliary technologies are used extensively. The virtual systems are useful in education of disabled persons who are suffering from lately learning and quickly forgetting. By aids of these systems a lot of situations that belong to the real world can be reflected. At the same time, different assignments can be appointed responsively to these systems which new abilities can be added. Also virtual systems has more less expenditures beside the real world [2],[3]. It is important how material is efficient and also how instructive level is advanced rather than creation of material for student groups. The developing of materials which leads to learn more productively and entertainingly is also significant for mentally disorder education. In this study, for education of mentally disabled persons the system of determination of level is formed for virtual material system which will contribute to deficiency material. On the basis of choices of students learning module and observe that students are tended to make what choice, using TF-IDF(Term Frequency – Inverse Document Frequency) model and determining existences which students choose mostly, it will be determined the existences that they are tended to learn easily. Depending on determined values and using of K-Means clustering algorithm, the difficulty level of material is going to be determined. By this means, it is purposed that arrange and prepare material modules which provide more efficient learning.

Index Terms— Mentally Disorder, Virtual Material, TF-IDF, Difficulty Level, K-Means

I. GİRİŞ

Eğitim, tüm dünyada üzerinde çok çalışılan ve sürekli geliştirilip olumlu sonuçları alınmak istenen bir kavramdır. Herhangi bir engeli bulunan ya da bulunmayan her insan için dış dünya ile karşı karşıya kaldığı andan itibaren başlayan

egitim hayatın sonuna kadar, hayatın her aşamasında hayatla iç içedir. Devlet kurumları ve özel kuruluşlar tarafından önemi kavranmış olan eğitim, özellikle engelli insanlar için hayatla barışık olmanın, hayata tutunmanın ve ümitli olmanın kaynağı olmuştur [4].

DİE tarafından gerçekleştirilen Türkiye Özürlüler Çalışması verilerine göre Türkiye genelinde 331,243 zihinsel engelli kişi olup, bunların 214,205'i eğitim çağındadır. Türkiye'de yaşayan eğitim çağındaki 214,205 zihinsel engellinin temel problemi öğrenmelerinin zor bir şekilde gerçekleşmesi ve geç öğrenip çabuk unutmalarıdır. Bunun sebebinin bilgi işleme sürecindeki çeşitli zihinsel güçlükler olduğu düşünülmektedir. Bu öğrenme güçlüklerinin yardımcı teknolojiler vasıtasıyla aşılması belirli ölçüde mümkündür. Zihinsel engelli eğitimindeki materyal eksikliğine çözüm getirecek, öğrencilerin aktif rol oynayacakları sanal eğitim materyali sayesinde daha kalıcı öğrenme sağlanacaktır. Fakat bu materyal sistemi oluşturulurken daha etkili öğrenme sağlamak için zorluk seviyesi derecelerinin iyi bir şekilde tespit edilmesi gerekmektedir. Zorluk seviyelerini etkili öğrenme sağlayacak formda ayarlayabilmek için öğrencilerin seçimlerine dayanarak kolay öğrenebilecekleri varlıkları tespit edip ona göre seviyelere yerleştirme imkanı verecek tahmin sistemi oluşturuldu.

Veri madenciliği, büyük veri yığınları içerisinde gelecekle ilgili tahmin yapma tekniklerini içerir. Elde bulunan verilere dayanarak bir sonraki adımla alakalı tahmin yapmayı sağlar. Bu çalışmada veri madenciliği kapsamında olan TF-IDF modeli kullanılarak öğrencilerin adım adım en çok yaptığı doğru seçimler gözlenip başarı oranlarına göre K-Means algoritması uygulanarak zorluk seviyesi belirlenir.

II. LİTARATÜR TARAMASI

TF-IDF büyüyen veri miktarı ile birlikte verilerden çıkarım yapmak isteyen birçok akademisyen tarafından son yıllarda sıkça kullanılır. Bu konu üzerinde yapılan çalışmalara bakıldığında; Dumais ve arkadaşları [5] metinleri kategorilere ayırmak için TF-IDF yaklaşımından faydalanmışlardır. Sevinç ve arkadaşları [6] TF-IDF yaklaşımını soru cevap sistemlerinde metin işleme için kullanmıştır. Takçı ve arkadaşları [7] TF-IDF, kosinüs benzerliği, vektör uzay modeli yaklaşımlarını benzer haber tespiti için kullanmışlardır. Bu çalışmaların ortak noktası frekans değerleri alınıp sözcük sayısına göre ağırlıklandırma işlemi uygulanarak vektör uzay modeli yardımıyla istenilen işlemlerin gerçekleştirilmiş olmasıdır.

En yaygın kullanılan veri madenciliği yöntemlerinden birisi olan K-means'in atama mekanizması, her verinin sadece bir kümeye ait olabilmesine izin verir. Bu nedenle, keskin bir kümeleme algoritmasıdır [8]. Bu özelliğinden dolayı birçok akademisyen çalışmalarında K-Means kümeleme algoritmasını sıkça kullanmaktadır. Tekin ve arkadaşları [9] K-Means kümeleme yöntemini EEG işaretlerinin her bir spektral bileşenin istatistiksel bazı özellikleri baz alınarak bu bileşenleri kümelemek için kullanmışlardır.

Birçok akademisyen çalışmalarında TF-IDF yaklaşımını ve K-Means kümeleme algoritmasını birlikte kullanmışlardır. Çamurcu ve arkadaşları [10] TF-IDF yaklaşımını, K-means ve

aşırı küresel c-means algoritmalarını belge madenciliği için kullanmışlardır. Bu çalışmada da TF-IDF kullanılmış sonraki aşamada gruplandırma yapmak için k-means ve c-means algoritmaları uygulanarak karşılaştırma yapılmıştır. Tunalı ve arkadaşları [11] TF-IDF yaklaşımıyla terimleri ağırlıklandırmış veri setlerini kümelemek için de Küresel K-Means algoritmasını kullanmışlardır. Bu sayede Türkçe metinlerin kümeleneğinde farklı kök bulma yöntemlerinin etkisini araştırmışlardır. Alpdoğan ve arkadaşları [12] ders içeriklerini sınıflandırmak için TF-IDF yaklaşımıyla ağırlıklandırma yapıp normalize edildikten sonra k-means algoritması ile ders içeriklerini gruplandırmışlardır. Köse [13] bağlantı algılama ve konu izleme görevlerinin gerçekleştirilmesinde farklı erişim fonksiyonu ve belge gösterim tekniklerinin başarımlarındaki etkilerini araştırırken TF-IDF yaklaşımını, vektör uzay modeli, K-Means yöntemlerini kullanmıştır.

Bu çalışmada da bahsedilen çalışmalar ışığında en çok doğru seçimleri bulmak için TF-IDF in frekans belirleme ve ağırlıklandırma yöntemleri temel alınarak zorluk seviyelerinin belirlenmesi için de K-Means kümeleme algoritması kullanılmıştır.

III. YÖNTEM

Engelli kişilerin eğitimleri, engelli olmayan insanların eğitiminden daha fazla uzmanlık gerektirmektedir [4]. Zihinsel engelliler için geliştirilen sanal materyal sisteminde belirli bir seviyelendirme olmadığı zaman öğrenmesinin daha zor olduğu bir oyunla karşı karşıya kalan öğrencinin dikkati dağılabilir oyundan sıkılabilir. Bu sorunu ortadan kaldırmak ve daha etkili bir öğrenme sağlayabilmek amacıyla zorluk seviyelerini tespit eden bir sistem ortaya konulmuştur.

Veri madenciliğinde kullanılacak giriş verileri belirli bir formata sahip olmalıdır. Ayrıca gereksiz veya bozulmuş verilerin temizlenmiş olması gerekmektedir. Veri madenciliği çalışmalarından olan metin madenciliğinin en büyük sorunu, işlenecek veri kümesinin doğal dil formunda olup işlenecek yapıda olmamasıdır [6]. Genellikle doğal dil kullanılarak yazılmış dokümanlar üzerinde çalışılan metin madenciliği alanında veri temizlenmesi ve verinin işlenebilecek uygun formata gelmesi için bir ön işleme aşaması uygulanır [14].

Bu çalışmada ön işleme aşamasında 4 adımlı her defasında rastgele hayvanlar gelecek şekilde düzenlenmiş bir modülde tüm adımların doğru şekilde tamamlandığı veriler kaydedilir. Kaydedilen veriler üzerinde işlem yapılmaya uygun formda olacak şekilde veritabanına aktarılmıştır. Bu aşamadan sonra veri asıl işlem yapma aşaması için hazır durumdadır.

Bu çalışmada hayvanlar modülü ele alınmıştır. Bu modülde öğrencilere kedi, köpek, balık, kuş, timsah, yılan vb. birçok hayvanın ismi öğretilir. Öğrencilerin bu hayvanları tanıması sağlanır. Öğretmenin istekleri doğrultusunda doğru hayvanı bulmaya çalışan öğrenci her modülde rastgele 4 hayvan ile karşı karşıya kalır.

Çalışmada öğrencilerin doğru seçim yaptığı oyunlar üzerinde yapılan incelemelerde tespit edilen adımlar ve başarımları tablodaki gibidir.

Adım1	Adım2	Adım3	Adım4	D.O*	Frekans
kedi	köpek	kuş	balık	85	%15
Kuş	balık	kedi	köpek	50	%25
kedi	köpek	kuş	yılan	88	%20
köpek	kedi	kuş	kaplumbağa	98	%32

Tablo 1: Başarılı Öğrenci Sayısının Fazla Olduğu Bazı Oyunlar
* D.O: Doğruluk Oranı 100 üzerinden

Adım1	Adım2	Adım3	Adım4	D.O*	Frekans
kedi	timsah	kaplumbağa	Yılan	15	%25
timsah	kuş	kaplumbağa	Yılan	10	%35
yılan	köpek	timsah	kaplumbağa	18	%22
kaplumbağa	timsah	kedi	Yılan	28	%32

Tablo 2: Başarılı Öğrenci Sayısının Az Olduğu Bazı Oyunlar
* D.O: Doğruluk Oranı 100 üzerinden

Kedi, köpek, kuş ve balığın fazla bulunduğu oyunlarda oyunu başarılı tamamlayan öğrenci sayısı fazlayken yılan, kaplumbağa ve timsahın fazla bulunduğu oyunlarda, oyunu başarılı tamamlayan öğrenci sayısının çok daha az olduğu görülmüştür.

Elde edilen motiflere frekans tanımlaması yapılmıştır. En çok sayıda tekrarlanan motifin frekans değeri daha düşük en az tekrarlanan motifin frekans değeri daha yüksek olarak tanımlanmıştır.

TF-IDF mantığına göre frekanslar üzerinden ağırlıklandırma yapmak için 100 sayısı temel alındı. 100 den tanımlanan frekans değeri çıkartılarak ağırlıklar belirlenmiştir. $A(x)$ Ağırlık, $F(x)$ Frekans olmak üzere aşağıdaki gibi formülize edilir:

$$A(x)=100-F(x) \quad (1)$$

Örnek olarak 40 kere doğru yapılmış dizi için $F(x)=40$ olacak ve $A(x)$ buradan 60 olacaktır. Eğer 2 kere doğru yapılmış olsa idi $F(x) = 2$ ve $A(x) = 98$ olacaktı.

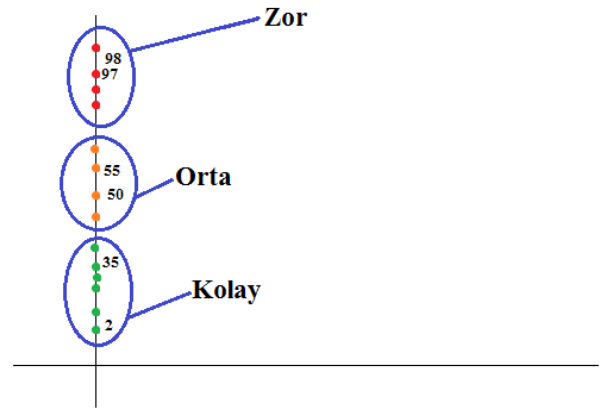
Hesaplanan değerleri 3 zorluk seviyesine göre gruplandırmak istedik. Bu yüzden bir kümeleme algoritmasına ihtiyaç duyuldu. Bu yüzden çalışmamıza sistem olarak en uygun görülen bir kümeleme algoritması olan k-means kümeleme algoritması kullanılmaya karar verildi.

K-Means yöntemi, ilk önce işlenecek veriler içerisinde rastgele nesneler seçer ve bu nesnelerin her biri, bir kümenin merkezini veya orta noktasını temsil eder. Geriye kalan nesnelerden her biri kendisine en yakın olan küme merkezine

göre kümelere dağılırlar. Yani bir nesne hangi kümenin merkezine daha yakın ise o kümeye yerleşir. Ardından her küme için ortalama hesaplanır ve hesaplanan bu değer o kümenin yeni merkezi olur. Bu işlem tüm nesneler kümelere yerleşinceye kadar devam eder [15].

Bu bilgiler ışığında bu çalışmada kolay,orta,zor olmak üzere 3 gruba ayırmak için K-Means algoritması uygulanmıştır.

Saptanan frekans değerleri k-means çalışma mantığına göre en çok olanlar zor en az olanlar kolay ikisi içerisinde girmeyenler yani arada kalanlar da orta seviye olmak üzere seviyelendirme yapılmıştır. Şekil-1'de K-Means kümeleme algoritması uygulanmış değerlerin gruplandırılması şematize edilmiştir.



Şekil-1: K-Means algoritmasından geçirilmiş frekans değerleri

IV. TARTIŞMA

Yapılan çalışma birçok akademisyenin kullandığı TF-IDF metodunun temelde aynısı ama uygulamada birçok değişiklik yapılmıştır. Metodun güncellenmesinin nedeni frekans ve ağırlıklandırma yaklaşımlarından sonraki sayısal hesaplamalara bu çalışma için ihtiyaç duyulmamasıdır.

TF-IDF in frekans tekniğini alarak ağırlıklandırma metodu çalışmada daha rahat şekilde işlem yapılacak formda kullanılmıştır. Ağırlıklandırma işlemi yapıldıktan sonra TF-IDF yaklaşımında kullanılan belirli hesaplama işlemlerine gerek kalmadan belirlenen değerler K-Means kümeleme algoritmasından geçirilmiştir.

Çalışmada sadece doğru seçimler üzerinden işlem yapılmıştır. Yanlış seçimlere göre bir düzenleme söz konusu değildir.

Kullanılan ağırlıklandırma yöntemi sayesinde K-Means algoritmasından geçen verinin seviye tespiti kolay bir şekilde yapılmaktadır.

Ağırlıkların yakın olması halinde kolay seviye kabul edilebilecek bir motif orta seviye olarak görünebilir ya da zor seviye olabilecek bir motif orta seviyeye dahil olabilir. Benzer şekilde diğer olasılıklar da mevcuttur.

Hayvanların evde bulunuyor, besleniyor olması öğrencin hayvanı tanıma olasılığını değiştirebilmektedir. Evinde evcil hayvan beslenen bir öğrenci ayvanı daha çabuk tanıyabilmektedir. Yırtıcı hayvanlar ve sürüngenler gibi hayvan grupları doğal yaşam içerisinde karşılaşma ihtimali daha zayıf olduğundan bu hayvanların tanıma olasılığı da düşmektedir.

Her öğrencinin öğrenme kapasitesi bir değildir. Bu çalışma baz alınarak diğer eğitim alanlarında da öğrenciye özel zorluk seviyesi oluşturularak daha etkili öğrenme sağlanabilir.

Öğrencilere seviyesinin üzerinde ya da altında bir materyal uygulaması verildiği zaman öğrencinin dikkati dağılabilir ya da sıkılabilir. Bu nedenle öğrenme süreci uzayabilir. Bu engelden kurtulmak için eğitim alanındaki sanal materyal sistemleri, e-egitim sistemleri için benzer uygulamalar gerçekleştirilebilir.

V. SONUÇ

Bu çalışmada öğrencilerin daha kısa sürede ve daha etkili öğrenme sağlamaları için zorluk seviyelerini belirleyen bir sistem ortaya konulmuştur.

TF-IDF yöntemleri baz alınıp çalışmayı gerçekleştirebilecek şekilde kullanılıp veri madenciliği kümeleme algoritmalarından olan k-means kümeleme algoritması kullanılarak seviyelere göre gruplandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu şekilde zorluk seviyeleri belirlenmiştir.

Bu sistem sayesinde öğrencilerin seviyesine uygun modüller üzerinde işlem yaptırılarak öğrenme süreci kısalmış olacaktır. Kısa sürede daha etkili öğrenme sağlayacak bir sistem ortaya konulmuştur

TEŞEKKÜR

Makale yazarlarından Cansu AKYÜREK'in Zihinsel Engelliler,Okul Öncesi Eğitim ve İlkokul Düzeyi İçin Sanal Materyal Sistemi adlı projesi Teknogirişim Sermayesi Desteği kapsamında Sanayi Bakanlığı tarafından desteklenmiştir. Yapılan çalışma bu projenin öğreticilik düzeyini artırmak amacıyla gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Özel Eğitim Konseyi, M.E.B, 1991, S. 177-178

- [2] J. J. Cromby, P. J. Standen, D. J. Brown, "The potentials of virtual environments in the education and training of people with learning disabilities," Journal of Intellectual Disability Research, 1996

- [3] Çahkuş, Ece, Hatice Köse, and Gökhan İnce. "Kinect interacted drum game for disabled children." 2014 22nd Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU). IEEE, 2014.

- [4] Aruk, İbrahim. "Bilişim teknolojilerinin zihinsel engellilerin e-egitiminde kullanılması ve örnek bir uygulama geliştirilmesi." (2008).

- [5] Dumais, Susan, et al. "Inductive learning algorithms and representations for text categorization." Proceedings of the seventh international conference on Information and knowledge management. ACM, 1998.

- [6] İlhan, Sevinç, et al. "Metin Madenciliği ile Soru Cevaplama Sistemi." (2008)..

- [7] KARADAÇ, Anıl, and Hidayet TAKÇI. "Metin Madenciliği ile Benzer Haber Tespiti." Akademik Bilişim (2010).

- [8] Işık, Meltem, and Ali Yılmaz Çamurcu. "K-means, K-medoids ve bulanık C-means algoritmalarının uygulamalı olarak performanslarının tespiti." (2007).

- [9] Tekin, Ramazan, et al. "K-means ve YSA temelli Hibrit Bir Model ile Epileptik EEG İşaretlerinin Sınıflandırılması." Elektronik Elektronik Bilgisayar Semp. Elazığ (2011).

- [10] Işık, Meltem, and Ali Yılmaz Çamurcu. "K-means ve aşırı küresel c-means algoritmaları ile belge madenciliği." (2010).

- [11] TUNALI, Volkan; BILGIN, Turgay Tugay. Türkçe Metinlerin Kümeleneğinde Farklı Kök Bulma Yöntemlerinin Etkisinin Araştırılması Examining the Impact of Different Stemming Methods on Clustering Turkish Texts.

- [12] ALPDOĞAN, Yılmaz, and Hasan Şakir BİLGE. "KENDİNDEN DÜZENLENEN HARİTALAR İLE DERS İÇERİKLERİNİN SINIFLANDIRILMASI." Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi 24.2 (2009).

- [13] Köse, Güven. "Sınırlı Alanlarda Konu Tespit ve Takibi İçin Genişletilmiş Bir Mimari Yapı Önerisi." (2014).

- [14] Feldman, R., Sanger, J., 2007. The Text Mining Handbook Advanced Approaches in Advanced Approaches in Analyzing Unstructured Data.

- [15] Data Mining Concepts and Techniques, Han, J.-Kamber, M., Morgan Kaufmann Publishers, 1st Ed., San Francisco, USA, 2000.

Quad Motif-Based Social Influence Analyse in Instagram

Ahmet Anıl Mungen

Department of Computer Engineering
Firat University
Elazığ Turkey
amungen@gmail.com

Mehmet Kaya

Department of Computer Engineering
Firat University
Elazığ Turkey
kaya@firat.edu.tr

Abstract— Word of epidemic is not specified for real life, it can be seen in virtual networks. In social media, users can influence to other users in many ways. Nowadays, companies, politicians even if sport teams use these influence to increase their circles. We propose a method finding most effective person which based on fuse motif analysis (FMA) for Instagram Social Networks. We study to measure user's effect on other people who has share same group. There are a wide variety of factors having effects on this process we take into account of these factors in this method. These factors include users' background information like followers number, tag frequency and emotional based sentimental analyze on comments. We try to create a unique model to predict formation of quad social influence with all these factors, and we share our experimental results on data taken from Instagram and show the success of our method on quad closure patterns.

Keywords—quad motif-based, influence analyse, social networks

I. INTRODUCTION

Social media's usage ration and data which are produced by users has increased with growing Internet penetration all over the world. According to Alexa [1] 74% of adults use social media websites and one third of top 500 sites on the web are fully social media sites in January 2016 [2]. Actually, this rate is two third by adding web sites which include user interaction like "make comments" etc.

Users can connect with each other via different forms like sharing photos, "like" and commenting to other peoples contents in social networks. These online groups and relationships between users are very similar to real life, also create or share contents more easily. In addition, these social networks are usually more homogeneous [3] than real life networks.

Our study shows a motif-based influence analyze method which includes network motif topologies and five different factors that two of them are related background information and others are about activity in social networks.

Not only group detection but also influence analyses in social network is important and interested in different science fields including Math, Computer, Social and Psychology. Our study can be used to determine most influencing person in a group and make special offers, select advertisements for user.

Therefore, our study can calculate orientation of a group by calculating group leader orientation in many real applications.

Almost all social networks can be easily modeled with graphs in which each edge represents links between users and each node represents one entity usually. First, we use graphs and mathematical formulation to explain both problem and prediction analyses. Let $G = (V, E)$ is our space where V is collection of users and E is relationship between users. Our approach calculates only influence effects of users instead of finding groups.

The rest of this paper is organized as follows. Related work is discussed in Section 2. Data collection technique and data observations are defined in Section 3. The quad motif-based social influence method is described in Section 4. Section 5 presents experiential results. Section 7 is the conclusions.

II. RELATED WORKS

Many of scientist such as Zhang [4] used propagation-based approach to calculate influence effect with person local information and network information. Tang [5] proposed Topical Affinity Propagation (TAP) model to calculate influence of users. Doo [6] and Kardan [7] employed heat diffusion model with different time zones. Bozzon [8] identified Right Crowd in social networks with text analysis and semantic annotation.

Moreover there are some additional motif-based works for social networks [9][10][11]. However there are no similar study worked with motif-based analysis of complex Social Network for Musial and Juszczyszyn's [12] motif-based analysis of social position influence.

Our study is based on Musial and Juszczyszyn's motif-based method [12] with calculate influence of user from social network data on real time. Our main difference from these methods is that our motifs consist of both three and four users instead of only three users therefore we allow that all members of a group do not have direct connection with each other. Also our all factors are different from them because of Instagram's structure.

III. DATA AND OBSERVATION

The Instagram (www.instagram.com) is one of the most popular social media which provides sharing only photo and users can like and make comment to other users' activities. In Instagram users can be friend with each other, however there is no groups and community pages. Today Instagram has minimum 350 million users and also one of the five every internet users have Instagram account and share photos. Users upload 30 million photos and they liked 2.5 billion times everyday [13]. We do not focus on finding group. Our approach apply all founded groups. However, we use determined group by mining quad closure method.

A. Data Collection

Today, almost all social networks provide API service for third part application. Instagram has a very flexible Restful API which provides users photos and photos' likes, comments data with some limitations.

In this paper, we use a specialized web crawler which gathers data from Instagram via Instagram Restful API. Instagram accounts of authors of this paper are accepted as a starting point for the web crawler. The crawler gathers user's all photos' metadata like photo id, photo like number, photo comments and users' account id who are liked and made comment for these photos. The crawler continues to same process for other users who liked one of previous user's photos.

Actually, only metadata of photos and people lists who liked, are saved by crawler. MongoDB as NoSQL document database is used in distributed systems over machines, and all the systems which includes gathering information via our web crawled and analyzing data methods are written by Java and run on Ubuntu which is a Linux Distribution. At the end of this work, we have over 20K users information and nearly 10M edges as photos, likes and comments.

There are some limitations for gathering data from Instagram and one of the limits is connection distance that is found how many people need to connect between two people who are only friend of each other. According to Watts [14] seven is the maximum connection level which can be interpreted. The Instagram does not give permission to access users made own profile as a private and this is second limit.

B. Attributes and Observations

Our method used some motifs which are based on Milo's work [15] and Musial [12] however, we developed this motifs for both three and four users. In addition to motifs, we presented four different factors to increase the success rate of the method and to calculate all factors' correlations ($h(.)$) between them. Language are background information in factors, and Time Slice, Sentiment Analyze from comments and social role are other factors which came from activities of user in social networks.

B.1 Relationship Motifs

There are 18 different sub graphs which take into as motif. Actually, there are more than 18 motifs but we choice most popular 13 triadic and 5 quad motif to realize our system. All graphs are directed and grey edge represents link between

users, and we use three different types of users. One of them is Popular users and showed as P, these users have 4 times more followers than him/her friend's average followers count. Similar to Popular, Mid-Popular have 2 times more followers than him/her follower's average followers count. N describe ordinary (Normal) users and these users have average followers and followed rate.

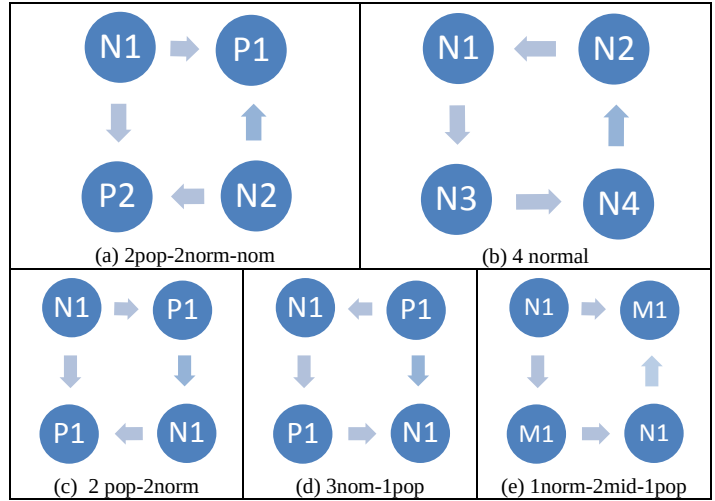


Fig. 1. Sub graph (a) shows that N1 already liked to P1 and P2, and N2 liked to P2, also we know that P1 and P2 are popular users.

B.2 Languages

Using same language is most important condition to communicate with another person in social networks. System analyze users comment and photo descriptions to find user language via Google Translation API. We not only calculate correlation between user's same languages like Turkish users to Turkish users but also calculate between different languages like Turkish users to Germany users. Please take note that our system collect data from authors of this article's Instagram accounts, so the biggest part of users are Turkish.

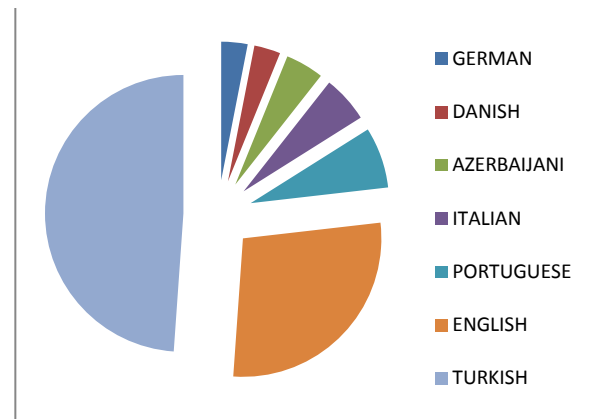


Fig. 2. Most popular seven languages which are used as factor in formula. It can be found that distribution of our all users at world heat map in Section 7.

Google Detect Language API in Translation API was already used for some works about Twitter and has nearly 85% of correctness according to Bergsma[16].

Figure 3 shows users' country distribution. Social networks do not provide user location so we detected language of users via their comments and assume that users live where this language mainland.

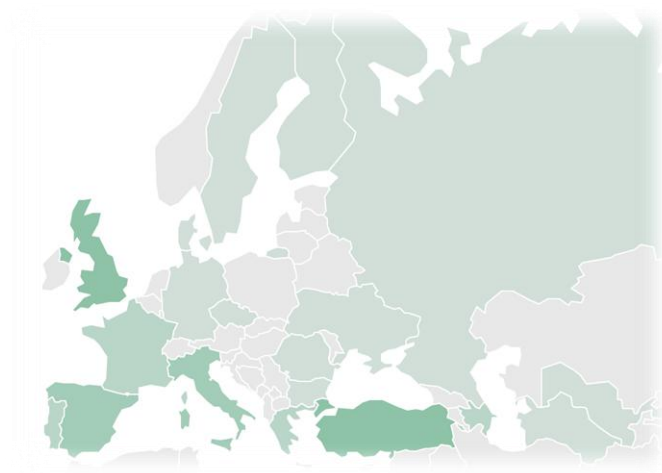


Fig. 3. Users' country distribution on Europe Continent by using language.

B.3 Active Using Time Slices

Effect of time slice on community structure is proved by Mucha [17] and it is known that, people who are awake in similar hours, give more interaction with each other. Therefore we divided 24 hours time zone in 7 slices and finding user's most active time. We represented time slices in 3 binary codes (XXX) (X=0 or 1). 111 is last part of the day and 000 is the early time of new day and in accordance with Gregorian 24 hour calendar.

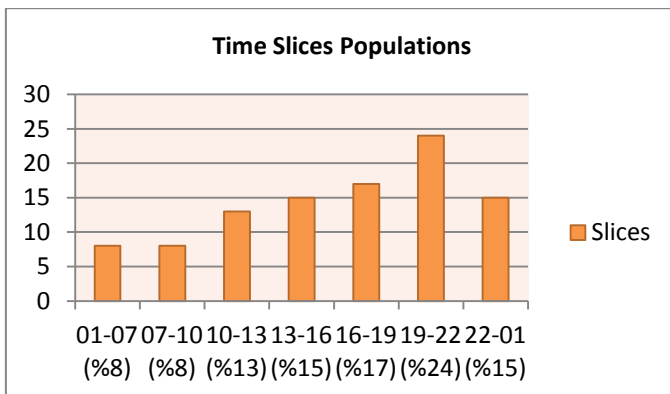


Fig. 4. Frequency of active time slices of users. Users are mostly active at 19-22 / 24 hours period.

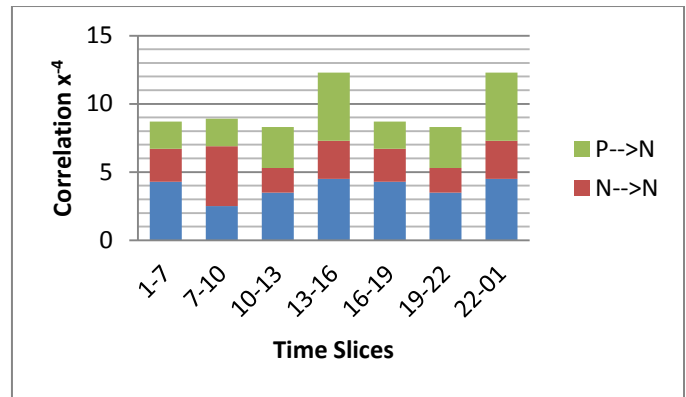


Fig. 5. Correlation of users which active at these slices with each other (Blue is N-->P).

B.4 Sentiment Analyze on Comments

Sentiment Analyze on social media is already very popular [18][19], and even if some studies [20][21] do not agree with this idea, experts believe that user's psychology affect in creating new friendship. Therefore all comments are applied sentiment analyze and calculated correlations of them. The biggest part of all comment, nearly %48, are neutral because a huge amount of these are sort to make sentiment analyze. We use Sentigem sentiment tool to analyze comments and it give results nearly 0.61 accuracy rate according to Cieliebak and friend's work[22].

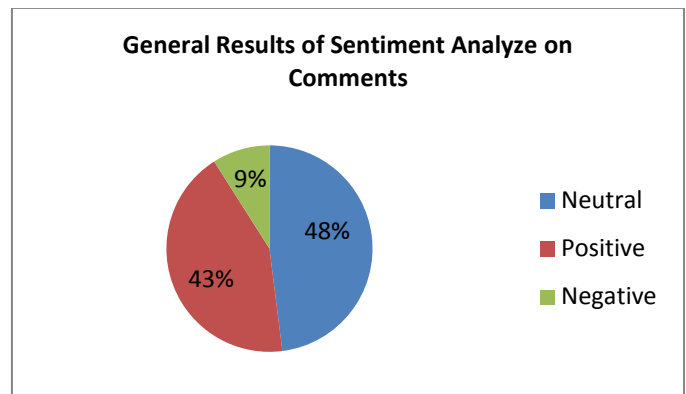


Fig. 6. Overall Results of Comments Sentiment Analyze

B.5 Social Roles

Social roles are used both in motifs and correlations between users. We classified all users to three groups. First groups is Popular (P) and shows usually famous artist, presidents and football players. User must have 4 times more followers than him/her friend's average follower's count to enter this group. Similar to Popular, Mid-Popular is showed as M, and they are minimum 2 times more followers than him/her follower's average followers count and this category usually covers government and official authorities in specific areas. Lastly, other is represented as N and these users have average followers and followed rate. We represent social roles in 4 color. black is ordinary user and light gray is popular user.

We use white for most popular users and we do not into account these most popular users in our algorithm.

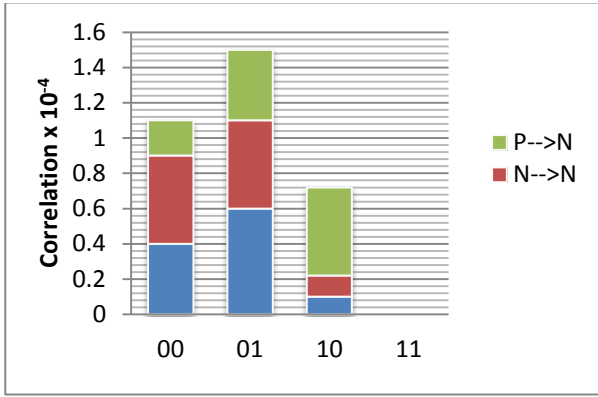


Fig. 7. Correlation of users in accordance with social roles with each other (Blue is N-->P).

B.6 Transitivity

Transitivity [23] is a significant concept in social theories. Let A, B and C are nodes. When relationship between them includes $A \rightarrow B$ and $B \rightarrow C$, $A \rightarrow C$ probability is nearly %72 for users who connected with transitive way. Also, famous people can disrupt this factor due to famous people related to all kind of people. We can see transitivity examples in our data set. Even transitivity distance is three or more, user doesn't effect own inner point in this type of cycle situation.

B.7 Summary

We summarize our observations about factors as follow: Comments are not a major factor in influence analyze. On the other hand, active time slices has good correlation rate and it is estimated that reason of good time slices correlation is people who live same country use same time, interaction between them is high. The most undeniable important factor is language. People who talk with same language make more interaction so correlation rate is very high.

IV. QUAD MOTIF-BASED INFLUENCE ANALYSE METHOD

As seen in our observation, motifs are our main attribute but it is not enough to calculate this calculation. In addition to motifs, there are a lot of factors, we try to create a unique model with these factors and relationships to calculate impact of users. Our method is based on TriadFG [24] and Motif-Based Social Position [12]. We mainly focus on increasing actor numbers than Motif-Based Social Position and also factor attributes.

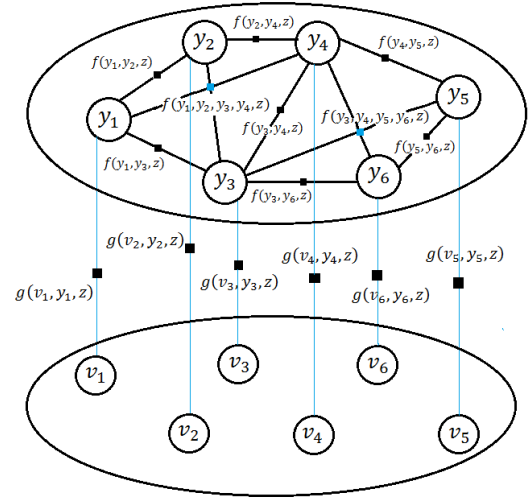


Fig. 8. Graphical representation of the Quad Motif-Based Method model with six users. Blue ellipses represent candidate open triads in the bottom. There is hidden variables y_i . Also, $f(y_1, y_2)$ represents attribute factor function and the correlation function among quad is $h(\cdot)$. In this example we shows more than four groups. In method, we calculate three to ten users per groups.

Let a network as $G = \{V, E, X, Y\}$ and V is a nodes array $\subset V \times V$, we use X as factors which are defined in Section 2. Y represents result of whether impact of other user. For instance, In the calculation process, there are 6 groups in blue ellipse. F function shows effect of user with factors. Except for these, $h(\cdot)$ correlation function will be added to f function. Changing function order changes results because first user of function is the main user.

Furthermore, $G = \{V, E, X\}$ and y is unknown variables. Our aim is to calculate y 's valuable. We use posterior probability of $P(Y|X, G)$ with using Markov random field and Hammersley-Clifford theorem [25] for correlations.

$$P(Y|X, G) = \frac{1}{Z} \exp \left\{ \sum_{i=1}^{|Tr|} \sum_{j=1}^d a_i f_i(x_{ij}, y_i) + \sum_c \sum_k \mu_k h_k(Y_{Tr_c}) \right\}$$

$|Tr|$ shows number of groups in associated with user and d is the number of factors. x_{ij} is the j^{th} quad and c represents correlation. For instance, $h(y_1, y_2, y_3, y_4)$ is a correlation function which related with these nodes and a_j is user's initial point and μ_k are parameter for this function. Finally, Z is the normalization factor. User initial point is calculated with user's ratio of media/liked and liked user factors.

$$a_i = \frac{1}{Z} \exp \left\{ \sum_{i=1}^{|Td|} L_i(x_{ij}, y_i) \right\}$$

$|Td|$ shows user's friend number and L function calculates user's initial point.

In our system, correlation in factors is recalculating with historical data automatically. Therefore we have extra one formula for this change. Let $\theta = (\{a_j\}, \{u_k\})$ and $\theta = \arg \max O(\theta)$. In the first step of our method, we assign

random numbers to initial values of correlation variables, then system revise these values based on this work [26].

V. EXPERIMENTS

We presented information about our data in Section 2. In addition, we can show some important experimental results here.

TABLE I. QUAD MOTIF-BASED IMPACT RESULTS

Motif	Impact	Frequency %
a- 2 pop-2 norm-nom	2.6	12
b- 4 normal	3.7	22
c- 2 pop-2 norm	1.3	3
d- 3 nom-1 pop	5.4	8
e -1 norm-2 mid-1 pop	1.2	2
Three object motifs	3.1	53

Table 1 shows that '*e -1 norm-2 mid-1 pop*' has lowest impact effect because there are very limited interaction with mid popular to ordinary users. '*c-2 pop-2 norm*' are second lowest impact motif because even popular users have million followers, more ordinary users are not affected from these popular users. For example, Neither singer like Justin Bieber nor intuitions like USA Government have not big effect on followers. However, '*b-4 normal*' is second most effect motif that people can easily affect other ordinary people like in real life. Actually, social networks include different users who has very different ideas. But our algorithm works on groups which are already grouped with attributes so '*b -4normal*' users impact is high. At last but not least. '*d- 3 nom-1 pop*' is most effective motif, and the main reason of this, artists are highly effective on their fan groups, almost all fan groups give respond to artist activity like posting comment to artists' photos.

As a result of these, ordinary users can affect other ordinary users and artists have great effect on their fan groups than other quad motifs.

Factor Contribution Analysis: We present correlation rates of all factors. L, TZ and S represent Language, Time Slice and Sentiment Analyze, respectively.

TABLE II. FACTOR CONTRIBUTION ANALYSIS

Method	Normal Quad (Q)	Q-L	Q-TZ	Q-S
d- 3nom-1pop	5.4	3.3	3.7	4.9

Q-L is Quad impact rate without Language correlation, and Q-TZ is Quad impact rate without Time Slices correlation. As shown on Table II, Sentiment Analyze has the least effect and the most effective two factors are Language and TimeSlice. We found 5 different motif's appearance frequency in all nodes and impact average of these motifs.

Experiment Setup: The algorithm were implemented in Java, and all experiments were performed on PC running

Windows 7 with Intel® Core(TM) i5-4300 CPU @ 1.90GHz and 8 GB memory.

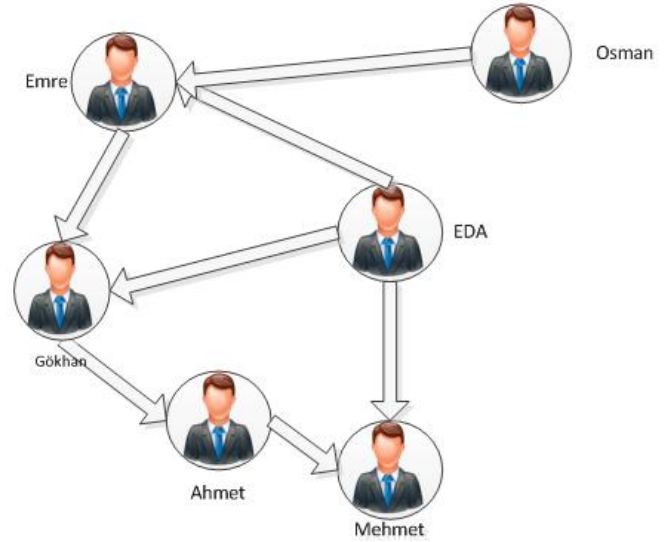


Fig. 9. An example of Quad Motif-Based Method model with six real users.

Qualitative Case Study: Now we show an example of quad motif-based. Fig. 9 shows that Osman liked Emre, Emre liked Gokhan, Eda liked both Gokhan, Emre and Mehmet. Gokhan Liked Ahmet and Ahmet liked Mehmet. All users has their initial points. Osman liked Emre and Osman give point to Emre as much as their initial point. Emre give point to Gokhan both their own point and point which came from Osman degressively. In this example Mehmet has only 2 liked. However, users who liked Mehmet, have a good point from their own point and point from their liked. Therefore most effective person is Mehmet even he take only 2 liked in this example.

VI. CONCLUSION

In this paper, we first introduced motif-based social influence analysis on social network. Our method is based on motif-based analysis of social position in complex social networks [12] to determine influence rate of users. Then we presented a motif-based factor model to calculate users' influence on other users. For this purpose, we proposed four different factors to increase the success rate of the method in dynamic social networks.

ACKNOWLEDGMENT

Ahmet Anıl Müngen is partially supported by the The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) (No. 1649B021508870) via 2211 Scholarship for Graduate Scholarship Program at 2015.

REFERENCES

- [1] "Alexa Top500 Global Sites, Alexa is a treademaked websites by Amazon." [Online]. Available: <http://www.alexa.com/topsites>.
- [2] Pewinternet.org, "Social Networking Fact Sheet." [Online]. Available: <http://www.pewinternet.org/fact-sheets/social-networking-fact-sheet>.
- [3] D. M. Boyd and N. B. Ellison, "Social network sites: Definition,

- history, and scholarship,” *J. Comput. Commun.*, vol. 13, no. 1, pp. 210–230, 2007.
- [4] J. Zhang, J. Tang, and J. Li, “Expert Finding in A Social Network,” *12th Int. Conf. Database Syst. Adv. Appl. DASFAA 2007*, pp. 1066–1069, 2007.
- [5] J. Tang, J. Sun, C. Wang, and Z. Yang, “Social influence analysis in large-scale networks,” *Proc. SIGKDD'09*, pp. 807–816, 2009.
- [6] M. Doo and L. Liu, “Probabilistic diffusion of social influence with incentives,” *IEEE Trans. Serv. Comput.*, vol. 7, no. 3, pp. 387–400, 2014.
- [7] A. Mohtaj and S. Kardan, “A model for expert finding based on social network structure and underlying information diffusion network,” in *Information and Knowledge Technology (IKT), 2013 5th Conference on*, 2013, p. 472.
- [8] A. Bozzon, M. Brambilla, S. Ceri, M. Silvestri, and G. Vesci, “Choosing the right crowd,” *Proc. 16th Int. Conf. Extending Database Technol. - EDBT '13*, pp. 637–648, 2013.
- [9] T. Alexandra, Duma Alexandru, “A network motif based approach for classifying online social networksNo Title,” in *Applied Computational Intelligence and Informatics (SACI), 2014 IEEE 9th International Symposium on*, 2014, pp. 311 – 315.
- [10] L. Yan and J. Wang, “A motif-based framework for characterizing the evolution of social networks,” in *Proceedings - 2012 4th International Conference on Multimedia and Security, MINES 2012*, 2012, pp. 681–684.
- [11] W. David, Bracewell Marc, Tomlinson Hui, “A Motif Approach for Identifying Pursuits of Power in Social Discourse,” in *Semantic Computing (ICSC), 2012 IEEE Sixth International Conference on*, 2012, pp. 1 – 8.
- [12] K. Musial and K. Juszczyszyn, “Motif-based analysis of social position influence on interconnection patterns in complex social network,” in *Proceedings - 2009 1st Asian Conference on Intelligent Information and Database Systems, ACIIDS 2009*, 2009, pp. 34–39.
- [13] “Instagram Stats.” [Online]. Available: <https://instagram.com/press/>.
- [14] D. J. Watts and S. H. Strogatz, “Collective dynamics of ‘small-world’ networks,” *Nature*, vol. 393, no. 6684, pp. 440–2, 1998.
- [15] R. Milo, S. Shen-Orr, S. Itzkovitz, N. Kashtan, D. Chklovskii, and U. Alon, “Network motifs: simple building blocks of complex networks,” *Science (80-.)*, vol. 298, no. 5594, pp. 824–827, 2002.
- [16] S. Bergsma, P. McNamee, M. Bagdouri, C. Fink, and T. Wilson, “Language Identification for Creating Language-Specific Twitter Collections,” *“Proceedings 2nd Work. Lang. Soc. Media NAACL-HLT'12,”* no. Lsm 2012, pp. 65–74, 2012.
- [17] P. J. Mucha, T. Richardson, K. Macon, M. A. Porter, and J.-P. Onnela, “Community Structure in Time-Dependent, Multiscale, and Multiplex Networks,” *Science (80-.)*, vol. 328, no. 5980, pp. 876–878, 2010.
- [18] S. Asur and B. A. Huberman, “Predicting the Future with Social Media,” *Arxiv Prepr. arXiv10035699*, vol. abs/1003.5, pp. 492–499, 2010.
- [19] B. Pang and L. Lee, “Opinion Mining and Sentiment Analysis,” *Found. Trends® Informatio*Pang, B., Lee, L. (2006). *Opin. Min. Sentim. Anal. Found. Trends® Inf. Retrieval*, 1(2), 91–231. doi10.1561/1500000001n Retr., vol. 1, no. 2, pp. 91–231, 2006.
- [20] R. Kraut, M. Patterson, V. Lundmark, S. Kiesler, T. Mukopadhyay, and W. Scherlis, “Internet paradox: A Social Technology That Reduces Social Involvement and Psychological Well-Being?,” *Am. Psychol.*, vol. 53, no. 9, pp. 1017–1031, 1998.
- [21] I. Brissette, M. F. Scheier, and C. S. Carver, “The role of optimism in social network development, coping, and psychological adjustment during a life transition,” *J. Pers. Soc. Psychol.*, vol. 82, no. 1, pp. 102–111, 2002.
- [22] M. Cieliebak, O. D?rr, and F. Uzdilli, “Potential and limitations of commercial sentiment detection tools,” in *CEUR Workshop Proceedings*, 2013, vol. 1096, pp. 47–58.
- [23] S. Wasserman and K. Faust, *Social network analysis : methods and applications*, vol. 24. 1994.
- [24] H. Huang, J. Tang, S. Wu, L. Liu, and X. Fu, “Mining Triadic Closure Patterns in Social Networks,” in *Proceedings of the Companion Publication of the 23rd International Conference on World Wide Web Companion*, 2014, pp. 499–504.
- [25] H. J and P. Clifford, “Markov field on finite graphs and lattices,” *Unpubl. Manuscr.*, 1971.
- [26] T. Lou, J. I. E. Tang, J. Hopcroft, Z. Fang, and X. Ding, “Learning to predict reciprocity and triadic closure in social networks,” *ACM Trans. Knowl. Discov. Data*, vol. 7, no. 2, pp. 1–25, 2013.

Stereo Kamera İle Güçlendirilmiş Bir Avuçiçi Tanıma Sistemi

A Palmprint Authentication System Improved by Stereo Camera

Özkan Bingöl

Department of Software Engineering
Gümüşhane University
Gümüşhane, Turkey
bingolo@gumushane.edu.tr

Murat Ekinci

Department of Computer Engineering
Karadeniz Technical University
Trabzon, Turkey
ekinci@ktu.edu.tr

I. GİRİŞ

Abstract— Nowadays, low resolution imaging devices have begun to be preferred due to the widespread use of biometric recognition systems and the cost reduction. However, the quality of the images obtained from these devices adversely affects the performance of recognition systems. In this study, to improve the performance of our palmprint recognition system, to reduce the cost and, unlike existing systems, rather than high-definition cameras, very low cost two webcams have been used. Thus, with two images the same time, it can be increased the success of the system. Within the scope of the study, a new dataset has been created with images taken from 138 people. For hand segmentation of the images AAM method has been used and CompCode approach has been used for production of the patterns. The matching of the patterns were made by Hamming Distance measure. For assesment of the work both recognition performance and ROC curves have been used. The analyzes were performed for both common and seperately use of the cameras.

Index Terms— Palmprint Recognition, Stereo camera, AAM, CompCode

Özet— Günümüzde, biyometrik tanıma sistemlerinde uygun maliyetlerinden dolayı düşük çözünürlüklü görüntüleme cihazları yaygın olarak tercih edilmeye başlanmıştır. Ancak, bu cihazlardan elde edilen görüntülerin kalitesi tanıma sistemlerinin performansını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu çalışmada üzerinde çalıştığımız avuçiçi tanıma sisteminin performansını artırmak ve maliyetini azaltmak için, varolan sistemlerden farklı olarak, yüksek çözünürlüklü tek kamera yerine çok düşük maliyetli iki web kamera kullanılmıştır. Böylece aynı anda iki görüntü ile işlem yapılarak sistemin başarımın yükseltilebileceği düşünülmüştür. Çalışma kapsamında 138 kişiden alınan görüntülerle yeni bir veriseti oluşturulmuştur. Görüntülerde el bölütlemesi için AGM metodu, örüntü üretimi için de Rekabetçi Kodlama yaklaşımı kullanılmıştır. Örüntülerin eşleştirilmesi, Hamming uzaklık metriği ile yapılmıştır. Çalışmanın değerlendirilmesinde tanıma performansları ile birlikte ROC eğrileri kullanılmıştır. Analizler kameraların hem birbirinden bağımsız hem de ortak kullanımları için gerçekleştirilmiştir.

Ahantar Kelimeler — Avuçiçi Tanıma, Stereo Kamera, AGM, Rekabetçi Kod

Biyometrik kimliklendirme/doğrulama sistemleri, güvenlik ve izleme amaçlı kullanılan sistemlerdir. Günümüzde özellikle parmak izi, yüz, retina, ses, damar, kulak, el geometrisi, avuç içi gibi fiziksel özellikleri kullanan biyometrik sistemler ön plana çıkmaktadır. Avuç içi, diğer biyometrik özelliklerle kıyaslandığında avuç alanının geniş olması, görüntü yakalamanın kolay olması ve yüksek kullanıcı kabul edilebilirliği yönünden birçok avantajı bulunmaktadır[1]. Avuçiçi biyometrisi; geometrik özellikler, temel çizgiler, kırışıklıklar (wrinkles), delta points, ridges, minutiae noktaları ve doku gibi özellikleri barındırmaktadır[2]. Özellikle gerçek zamanlı uygulamalar için tercih edilen düşük çözünürlüklü görüntülerde, temel çizgiler, kırışıklıklar ayırtedici özellikler olarak kullanılmaktadır.

Avuçiçi doğrulama için ilk geliştirilen sistemlerde dış ortam ışığının girmeyeceği, kendi ışıklandırma sistemi olan kapalı bir ortamda bulunan bir CCD kamera kullanılmıştır[3]. Görüntü alma sırasında kullanıcılar ellerini düzene içindeki düz bir yüzey (cam gibi) üzerine koymaları gerekmektedir. Düz yüzey üzerinde bulunan pegler yardımıyla da elin pozisyon değişimi en aza indirgenmeye çalışılmıştır. Geliştirilen bu sistemlerde çok başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Fakat kullanılan pegler özel durumdaki bazı kullanıcılar için (Örneğin parmağını kaybetmiş ve artrit hastalığına sahip kullanıcılar) sıkıntı oluşturmaktadır. Ayrıca düz yüzeyler çok kullanıcı sistemlerde ciddi hijyen problemlerine neden olmaktadır[4].

Son zamanlarda geliştirilen el biyometrik sistemleri; kısıtlamasız (peg-free), temassız (düz bir yüzey olmadan) ve arkaplan serbest olacak şekilde evrimleşmiştir [5]. Kısıtlamasız ve temassız sistemlerde elin serbest hareketinden dolayı hizalama problemleri ortaya çıkmıştır. Bu problemleri aşmak için çeşitli aktif 3B sistemleri (lazer tarayıcı[6], yapılandırılmış ışık[7], derinlik kamerası[8], kırılma ızgarası lazeri[9], ultrason[10], yakın kızılötesi görüntüleme[11] gibi) önerilmiştir. Bu sistemlerin sundukları 3B bilgisi hem tanıma oranlarını yükseltmiş hem de birçok güvenlik avantajı sunmuştur. Fakat bu

yöntemlerin getirdiği extra maliyet avuç içi tanıma sistemlerinin uygulanabilirliğini zorlaştırmaktadır.

Arkaplan serbest çalışmalarda ise bölütleme problemleri ortaya çıkmaktadır. Genellikle ten rengine dayalı [12,13] veya kenar bulmaya dayalı [14] yöntemler kullanılarak bu problem aşılmaya çalışılmıştır. Fakat görüntü içerisinde ele yakın bölgelerdeki ten rengine benzer nesneler (yüz, başka el gibi) bölütlemenin başarısını olumsuz etkilemektedir. Bu problemleri gidermek için, bazı araştırmacılar [15-17] yüz tanıma araştırmalarında yüzün tespiti için kullanılan Aktif Görünüm Modeli (AGM) metodunu, el görüntüleri üzerinde uygulanmış ve arkaplan serbest görüntülerde başarıyla elin tespit edilebileceğini gösterilmiştir.

Bu çalışmada düşük çözünürlüklü kameralar kullanılarak uygun maliyetli, kısıtlamasız, temassız ve arka plan serbest bir avuç içi tanıma sistemi oluşturulmaya çalışılmıştır. Geliştirilen bu sistemde iki adet web kamera (stereo) tercih edilmiştir. Stereo kamera sistemi sunduğu 3B derinlik bilgisi, elin hizalama problemini gidermek için büyük avantaj sunmaktadır. Ayrıca bu sistem iki kamera içerdiği için bir kullanıcıya ait aynı anda iki görüntünün üretilmesine de imkân sağlamaktadır. Bu çalışmada elde edilen görüntü çiftlerinin ayrı ayrı ve birleştirilmiş durumları incelenmiş, tanıma başarımı için sundukları avantajlar ortaya konulmuştur. Burada, elin arkaplandan bölütlenmesi ve Avuç içi İlgili Bölgesinin (AİB) tespiti için AGM yöntemi kullanılmıştır. AİB, Rekabetçi Kodlama (RKod) [18] yöntemi ile yeniden kodlanarak tanıma için kullanılacak patern üretilmiştir. Önerilen sistemin test edilmesi amacıyla stereo görüntülerden oluşan yeni bir veriseti oluşturulmuştur. Test işlemlerinde ilk önce her bir kameranın ayrı ayrı tanıma başarımları incelenmiş, sonrasında iki kameranın beraber kullanılmasıdaki avantajlar ortaya konulmuştur.

Bu makalenin sonraki kısımları şu şekilde düzenlenmiştir. İkinci bölümde görüntü alma düzeneği ve oluşturulan verisetinden bahsedildikten sonra görüntülerde el bölütlemesinin yapılması, ROI'nin çıkartılması ve RKod üretilmesi anlatılmıştır. Üçüncü bölümde sistemin performans değerlendirmeleri verilmiştir. Son bölümde ise çalışmanın genel değerlendirilmesi yapılmıştır.

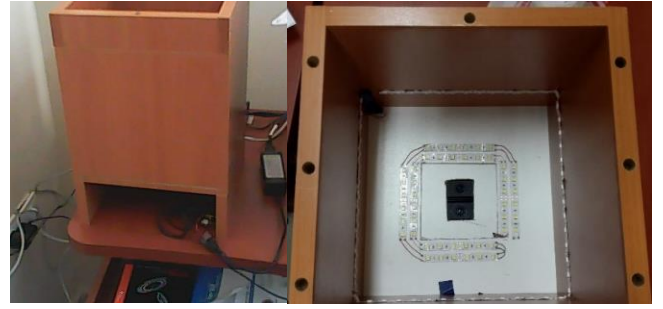
II. MATERYAL VE YÖNTEMLER

A. Avuç içi Görüntüsü Alma Düzeneği

Görüntü almak için hazırlanan düzende aynı teknik özelliklere sahip iki adet web kamerası kullanılmıştır. Görüntülerin dış ortamdaki ışık kaynaklarından çok fazla etkilenmemesi için etrafı ahşap bir kutu ile kapatılmıştır. Ayrıca diğer ışık kaynaklarını bastırarak için sisteme kendi ışık kaynağı eklenmiştir. Düzenegin iç yüksekliği 25 cm'dir. Düzenecek Şekil 1. de gösterilmiştir.

B. Avuç içi Görüntü Veriseti

Literatürde stereo görüntü tabanlı açık erişimli bir avuç içi veri seti bulunmamaktadır. Bu yüzden çalışma kapsamında yeni bir veriseti oluşturulmuştur. Bu verisetinde her kişiye ait 6 farklı senaryoya (S1, S2,...,S10) göre iki kamera üzerinden 20 adet görüntü alınmıştır. Toplamda 99 erkek ve 39 bayana ait 2760 görüntü bulunmaktadır.



Şekil 1. Görüntü Alma Düzeneği

Bu çalışmada yalnızca bu çalışmaya uygun olan 6 senaryoya (S1,...,S6) ait görüntüler kullanılmıştır [Şekil 2]. Diğer görüntüler daha sonraki çalışmalar düşünüldükçe oluşturulan senaryolardır. Görüntüler alınırken kullanıcılara daha önce belirlenmiş senaryolara göre sözlü direktifler verilmiş, fakat görüntü alma sırasında herhangi bir müdahalede bulunulmamıştır. Bu görüntülerden ilk 5'inde elin kamera düzlemine uzaklığı 25 cm civarındadır. Son görüntüde (S6) ise kullanıcılardan ellerini yaklaşık olarak 40 cm civarında tutmaları istenmiştir. Bu görüntülerden S1, S2, S3 ve S6'da parmaklar ileri doğru bakacak şekilde düz, S4'de parmak uçları sola, S5'te ise parmak uçları sağa bakacak şekilde alınmıştır.



Şekil 2. Verisetinde bir kullanıcıya ait örnek görüntüler

C. Avuç içi Bölütleme ve ROI Üretimi

Bu çalışmada elin bölütlenmesi ve ROI'nin tespit edilmesi için AGM yöntemi kullanılmıştır. İlk olarak Cootes[19] tarafından önerilen bu metot, hedef imge ile öğrenilen ortalama imge arasındaki farkı en küçükleyen model parametrelerini bulma felsefesine dayanmaktadır[20]. AGM yönteminde şekil ve doku bilgisi beraber kullanılır. Uzman kişi tarafından eğitim seti olarak belirlenmiş görüntüler üzerinde işaretlemeler yapılarak AGM eğitilir. Bu işaretlenmiş görüntülerde, nesneye ait şekil ve doku değişimleri Temel Bileşenler Analizi ile modellenir

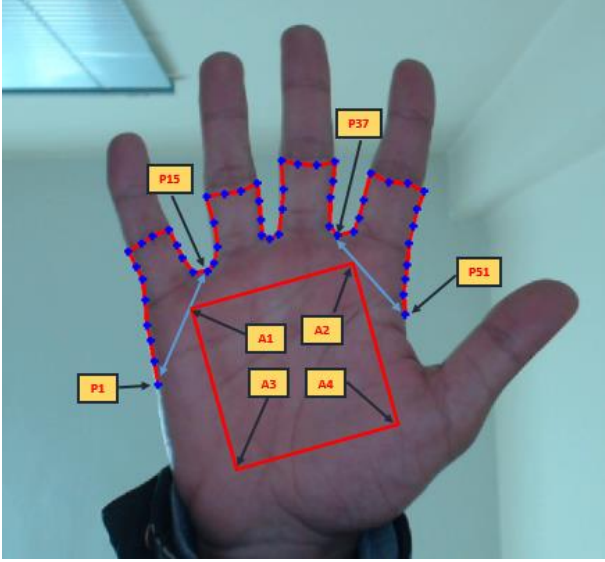
$$s = s_0 - \Phi_s p \quad (1)$$

$$g = g_0 - \Phi_g q \quad (2)$$

Burada s ve g sırasıyla şekil ve doku vektörleri, s_0 ve g_0 ortalama şekil ve ortalama doku, Φ_s ve Φ_g şekil ve doku modellerinin özvektörleri, p ve q ise şekil ve doku parametre vektörleridir. Birleştirilmiş görünüm modeli şekil ve doku

parametrelerinin ağırlıklı olarak biraraya getirilmesiyle oluşturulur [15-17,19].

AGM modelinin eğitimi için 40 adet görüntü seçilmiş ve bu görüntüler üzerinde Şekil 3'te gösterildiği gibi 51 adet nirengi noktası işaretlenmiştir. Bu işaretlenen noktalar yardımıyla şekil ve doku parametreleri tespit edilmiş, daha sonra verisetindeki tüm görüntülere uygulanarak el bölütlemesi yapılmıştır.



Şekil 3. AGM noktaları ve AİB

AGM tarafından tespit edilen noktalar arasındaki ilişkiler yardımıyla tanıma için kullanılacak AİB seçilmiştir.

$$A_1 = \frac{P_1 + 2P_{15}}{3} \quad (3)$$

$$A_2 = \frac{P_{51} + 2P_{37}}{3} \quad (4)$$

AİB kare şeklinde olduğu için A_3 ve A_4 şu formüllerle bulunabilir:

$$A_3 = [R(P_3 - P_1)] + P_1 \quad (5)$$

$$A_4 = [R(P_1 - P_3)] + P_3 \quad (6)$$

Burada R rotasyon matrisidir ve şöyle tanımlanmıştır.

$$R = \begin{bmatrix} \cos(\pi/2) & -\sin(\pi/2) \\ \sin(\pi/2) & \cos(\pi/2) \end{bmatrix} \quad (7)$$

D. Rekabetçi Kod (RKod)

Gabor filtreleri, avuç içinden yöneltme bilgisinin alınması için sıkça kullanılan yöntemlerden birisidir. İnsan beyninin görsel korteksinden nörofizyolojik bulgulara ve dalgacık teorisine göre Gabor fonksiyonları Lee[21] tarafından formülize edilmiştir. Palm çizgileri negatif tipli olduğundan, Gaborun yalnızca negatif gerçel parçası kullanılmaktadır [19].

$$\psi(x, y, x_0, y_0, \omega, \theta, \kappa) =$$

$$\frac{-\omega}{\sqrt{2\pi\kappa}} e^{-\frac{\omega^2}{8\kappa^2}(4x^2+y^2)} \left(\cos(\omega x) - e^{\frac{\kappa^2}{2}} \right) \quad (8)$$

Burada x' ve y' şu şekildedir:

$$x' = (x - x_0)\cos\theta + (y - y_0)\sin\theta \quad (9)$$

$$y' = -(x - x_0)\sin\theta + (y - y_0)\cos\theta \quad (10)$$

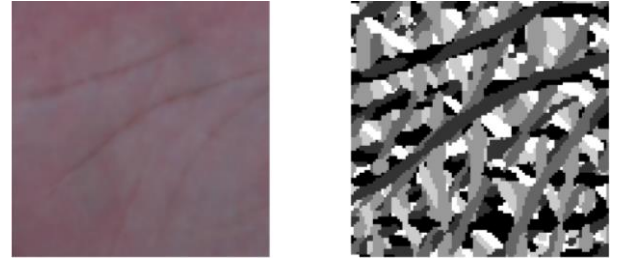
Burada, x_0 ve y_0 fonksiyonun merkezi, ω birim uzunluk başına radyan cinsinden açısal frekans; θ , Gabor fonksiyonunun radyan cinsinden yöneltmesidir. Bu yöntemde, $\theta_p = p\pi/6$ yönlerindeki Gabor Filtreleri ($p=0,1,\dots,5$) seçilmiştir. κ ise Denklem 11'deki gibi tanımlanmıştır:

$$\kappa = \sqrt{2\ln 2} \left(\frac{2^\delta + 1}{2^\delta - 1} \right) \quad (11)$$

Burada; δ frekans tepkisinin yarı genlik bant genişliğidir ve $\omega=\kappa/\sigma$ şeklinde türetilir.

$$j = \underset{p}{\operatorname{argmin}} \{ I(x, y) * \psi(x, y, \theta) \} \quad (12)$$

Denklem (12)'deki j , kazanan indeks olarak adlandırılır ve önileme yapılmış görüntüde yönelimin tam sayılı bir temsilidir. Kazanan-Hepsini-Alır kuralı uygulandığından, bu kurala rekabetçi kural denmektedir[18]. Buna göre bir AİB'den elde edilmiş RKod örneği Şekil 4.'te gösterilmiştir.



Şekil 4. Bir AİB ve elde edilen RKod örneği

III. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Çalışma kapsamında verisetindeki tüm görüntüler üzerinde bahsedilen işlemler uygulanarak RKod paternleri üretilmiştir. RKodların eşleştirilmesinde Hamming uzaklık metriği kullanılmıştır. Önerilen yaklaşımın performansını göstermek için ilk önce iki kameranın (Kamera1, Kamera2) ayrı ayrı performansları değerlendirilmiştir. Daha sonra iki kameradan alınan görüntüler ortak eğitim ve test verisi olarak kullanılmıştır. Başarımın analizini göstermek için ROC eğrileri kullanılmıştır. Analiz için, verisetindeki görüntülerden eğitim verisi ve test verileri Tablo 1'deki gibi seçilmiştir. Bu senaryolardan A ile başlayanlar kamera1'e, B ile başlayanlar ise kamera2'ye ait görüntüleri temsil etmektedirler.

TABLO I. EĞİTİM VE TEST SENARYOLARI

Senaryo Adı	Eğitim Görüntüleri	Test Görüntüleri
A1(B1)	S1, S2, S3	S1, S2, S3
A2(B2)	S1, S2, S3	S4, S5
A3(B3)	S1, S2, S3	S4, S5, S6

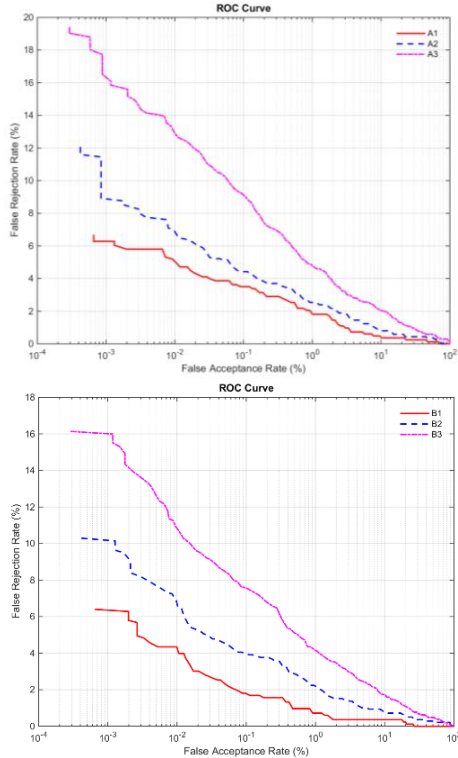
Tüm senaryolarda her bir kullanıcıya ait ilk üç görüntü eğitim için kullanılmıştır. A1 (B1) senaryosunda bu görüntüler hem eğitim hem de test amacıyla kullanılmıştır. Eşleştirme

yapılırken aynı görüntünün kendisi ile eşleştirilmemesine dikkat edilmiştir. Kamera1 ve kamera2 için yapılan test sonucunda Tanıma Oranları (RecRate), Eşit Hata Oranları (EER) ve Gerçek Kabul Oranları (GAR) Tablo II’de verilmiştir.

TABLO II. TEST SENARYOLARI TANIMA PERFORMANSLARI

	RecRate (%)	EER (%)	GAR (FAR = $10^{-3}\%$)
A1	98.45	1.7325	93.72
A2	97.25	2.1153	91.12
A3	94.72	3.1053	83.65
B1	99.13	0.8627	93.63
B2	97.39	1.6253	89.81
B3	95.48	2.9904	83.98

Yalnızca RecRate ve EER oranına bakarak sistemin değerlendirmesi eksik kalacağından ayrıca İşlem Karakteristiği Eğrisi (ROC) eğrisi ile Yanlış Kabul Oranı (FAR) – Yanlış Reddetme Oranı (FRR) karşılaştırması Şekil 5.’te gösterilmiştir. Bu karşılaştırma da FAR değeri ne kadar x eksenine ne kadar yaklaşırsa sistemin başarımı o kadar artmaktadır.



Şekil 5. FAR-FRR ilişkisini gösteren ROC grafikleri. Üstteki grafik Kamera1, alttaki Kamera2’ye aittir.

Grafik ve tablolardaki verilerden de anlaşılabacağı üzere özellikle A1(B1) test senaryosunda yalnızca düz görüntüler kullanıldığı için sistemin başarı oranı yüksektir. Diğer senaryolarda da tanıma oranı değerleri yüksek olmasına rağmen biyometrik sistemler için istenilen oranlarda değildir. Dolayısıyla bu değerlerin artırılması ihtiyacı ortaya çıkmıştır.

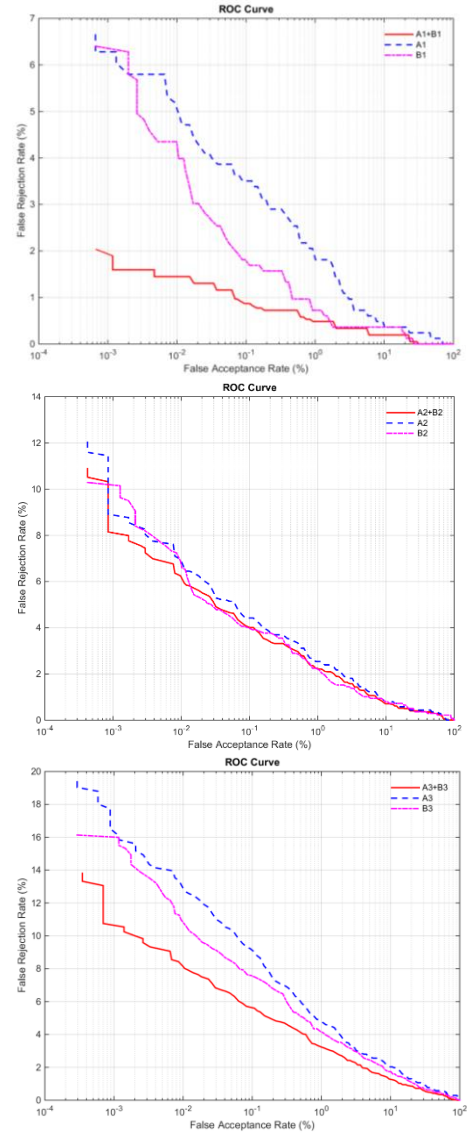
Bir sonraki aşamada, aynı anda bir kullanıcıya ait 2 örüntü alınmasının bir avantaj sağlayabileceği fikrinden yola çıkılarak her iki kameranın eğitim ve test verileri birleştirilmiş ve

performans ölçümleri yapılmıştır. Bu performans ölçümleri sonucunda elde edilen tanıma ve hata oranları Tablo III’te verilmiştir.

TABLO III. BİRLEŞTİRİLMİŞ ÖRÜNTÜLERİN TANIMA PERFORMANSLARI

	RecRate (%)	EER (%)	GAR (FAR = $10^{-3}\%$)
A1+B1	99.36	0.9179	98.12
A2+B2	97.84	1.8967	91.88
A3+B3	96.88	2.42	89.34

Birleştirilmiş görüntülerden alınan sonuçlar kameraların her ikisinden alınan sonuçlardan daha başarılı çıkmıştır. Hatalı kabuller karşısındaki GAR değerlerinde de kayda değer artışlar olmuştur. Birleştirilmiş örüntülerden elde edilen sonuçlara ait üretilen ROC grafikleri Şekil 6’da gösterilmiştir.



Şekil 6. Birleştirilmiş örüntülerden elde edilen ROC grafikleri

Burada verilen tüm grafik ve tablolarda göze çarpan dikkat çekici bir durum vardır. Kamera2’nin tüm performansları

Kamera1'den daha iyi çıkmıştır. Bunun nedeni, düzeneğindeki kameralar arasındaki mesafeden (3.02 cm) kaynaklanan bir miktarlık açı sapması olduğu düşünülmüştür. Ayrıca her ne kadar kullanıcıların ellerini kamera düzlemine paralel tutmaları istense de tüm kullanıcıların ellerini tam olarak bu şekilde tutmaları beklenemez. Bu gibi durumlarda hem elin yerleşiminden kaynaklanan hem de kameralar arasındaki mesafeden kaynaklanan sapmalar birleşince bu etki daha büyük olmaktadır. Dolayısıyla bu etkinin giderilmesi için iki kamera arasındaki sapma açısı hesaplanmış (yaklaşık 3.5 derece) ve Kamera 1'den alınan görüntüler bu açı ile döndürülmüştür. Bu işlem sonucunda yeniden birleştirilmiş sonuçlar irdelenmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 4 ve Şekil 7' gösterilmektedir.

TABLO IV. DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ KAMERA1 VE KAMERA 2'DEN ELDE EDİLEN ÖRÜNTÜLERİN BİRLEŞTİRİLMESİ SONUCUNDAKİ TANIMA PERFORMANSLARI

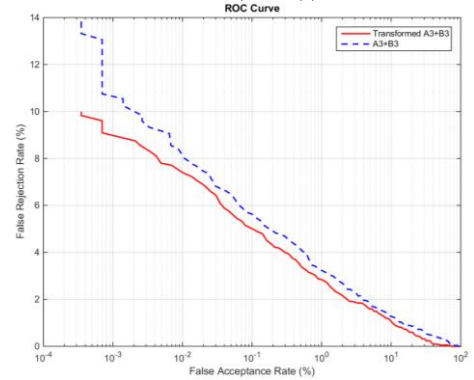
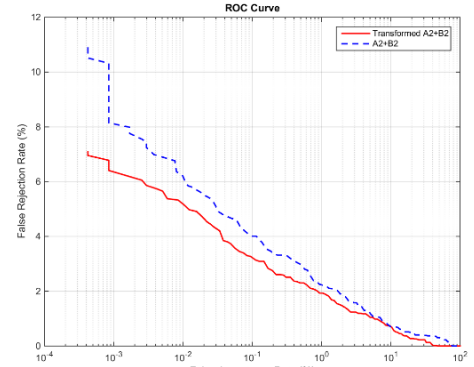
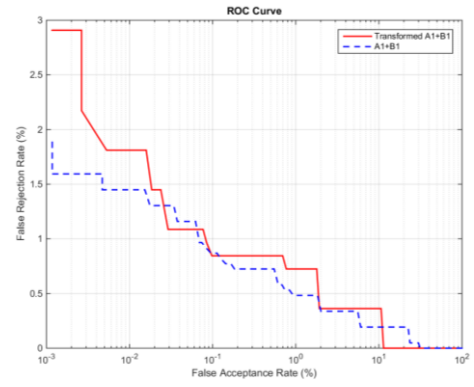
	RecRate (%)	EER (%)	GAR (FAR = 10^{-3} %)
Dönüştürülmüş A1+B1	99.52	0.7525	96.88
Dönüştürülmüş A2+B2	98.16	1.5995	93.62
Dönüştürülmüş A3+B3	97.61	2.1018	90.98

Değerlendirme sonucunda kameralar ayrı ayrı ele alındığında RecRate değerlerinin ortalaması 97.07% iken, son aşamada 98.43% ortalama ulaşmıştır. Özellikle A3(B3) senaryosunda 2%'den fazla iyileştirme yapılmıştır. Aynı zamanda ortalama 2.07% olan EER oranı 1.48%'e kadar düşmüştür.

IV. TARTIŞMA

Bu çalışmada, avuçiçi tanıma sistemlerinde genellikle kaliteli görüntü elde etmek için kullanılan kameralar yerine düşük çözünürlüklü uygun fiyatlı kameraların da tercih edilebileceği gösterilmek istenmiştir. Avuçiçinin geniş yüzeye sahip olması bu amacı kolaylaştırmıştır. Tek kamera ile alınan görüntülerde ulaşılan ortalama %97'lik tanıma oranı, normal sınıflandırma sistemleri için çok iyi bir sonuç olmasına rağmen, tanıma sistemleri için yetersizdir. Bu nedenle aynı anda bir elden alınacak iki görüntünün sistemi güçlendireceği düşünülmüştür. Elde edilen sonuçlar da bunu göstermiştir.

Tüm testler sonucunda çok başarılı iyileştirmeler yapılmasına rağmen özellikle A2(B2) ve A3(B3)'te ideal değerler yakalanamamıştır. Bunun en önemli nedeni, kullanıcıların birçoğu verdikleri görüntülerde ellerini kamera düzlemine tam olarak paralel yerleştirememiş olmalarıdır. Üstelik görüntü alma sırasında koruyucu kutu referans olarak kullanılmasına rağmen bu tam olarak başarılamamıştır. Kutu olmadan alınacak görüntülerde bunun daha fazla problem oluşturacağı düşünülmektedir. Dolayısıyla bu çalışmanın devamında bu etkileri büyük oranda ortadan kaldıracak yaklaşımlar ortaya koyulmaya çalışılacaktır. Ayrıca görüntü kalitesini arttırabilecek ve uygun aydınlanma normalizasyonu tekniklerin test edilecek sisteme adapte edilmesi düşünülmektedir.



Şekil 7. Dönüştürülmüş kamera1 ve kamera 2'den elde edilen örüntülerin birleştirilmesi sonucunda elde edilen ROC grafikleri

KAYNAKLAR

- [1] Zhang, David, et al. "Three dimensional palmprint recognition using structured light imaging." *Biometrics: Theory, Applications and Systems*, 2008. BTAS 2008. 2nd IEEE International Conference on. IEEE, 2008.
- [2] Shu, W., & Zhang, D. (1998). Automated personal identification by palmprint. *Optical Engineering*, 37(8), 2359-2362. doi: 10.1117/1.601756
- [3] Zhang, D., Kong, W. K., You, J., & Wong, M. (2003). Online palmprint identification. *Ieee Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 25(9), 1041-1050.
- [4] Ong Michael, G. K., Connie, T., & Beng Jin, A. T. (2010). An innovative contactless palm print and knuckle print recognition system. *Pattern Recognition Letters*, 31(12), 1708-1719. doi: 10.1016/j.patrec.2010.05.021
- [5] Zhang, D., and Guangming Lu.: *3D Biometrics*. Springer Science + Business Media, New York (2013)

- [6] Kanhangad, V., Kumar, A., & Zhang, D. (2009, June). Combining 2d and 3d hand geometry features for biometric verification. In *Computer Vision and Pattern Recognition Workshops, 2009. CVPR Workshops 2009. IEEE Computer Society Conference on* (pp. 39-44). IEEE.
- [7] Zhang, D., Lu, G., Li, W., Zhang, L., & Luo, N. (2008, September). Three dimensional palmprint recognition using structured light imaging. In *Biometrics: Theory, Applications and Systems, 2008. BTAS 2008. 2nd IEEE International Conference on* (pp. 1-6). IEEE.
- [8] Li, Y. (2012, June). Hand gesture recognition using Kinect. In *Software Engineering and Service Science (ICSESS), 2012 IEEE 3rd International Conference on* (pp. 196-199). IEEE.
- [9] Sato, T., Aoyama, S., Sakai, S. I., Yusa, S., Ito, K., & Aoki, T. (2013, November). A Contactless Palm Recognition System Using Simple Active 3D Measurement with Diffraction Grating Laser. In *Pattern Recognition (ACPR), 2013 2nd IAPR Asian Conference on* (pp. 542-546). IEEE.
- [10] Iula, A., Savoia, A. S., & Caliano, G. (2014). An ultrasound technique for 3D palmprint extraction. *Sensors and Actuators A: Physical*, 212, 18-24.
- [11] Han, Y., Sun, Z., Wang, F., & Tan, T. (2007). Palmprint recognition under unconstrained scenes. In *Computer Vision-ACCV 2007* (pp. 1-11). Springer Berlin Heidelberg.
- [12] Doublet, J., Revenu, M., & Lepetit, O. (2007, September). Robust grayscale distribution estimation for contactless palmprint recognition. In *Biometrics: Theory, Applications, and Systems, 2007. BTAS 2007. First IEEE International Conference on* (pp. 1-6). IEEE.
- [13] Methani, C., & Namboodiri, A. M. (2009). Pose invariant palmprint recognition. In *Advances in Biometrics* (pp. 577-586). Springer Berlin Heidelberg.
- [14] Mammen, J. P., Chaudhuri, S., & Agrawal, T. (2001, September). Simultaneous Tracking of Both Hands by Estimation of Erroneous Observations. In *BMVC* (pp. 1-10).
- [15] Aykut, M., & Ekinici, M. (2013). AAM-based palm segmentation in unrestricted backgrounds and various postures for palmprint recognition. *Pattern Recognition Letters*, 34(9), 955-962.
- [16] Aykut, M., & Ekinici, M. (2015). Developing a contactless palmprint authentication system by introducing a novel ROI extraction method. *Image and Vision Computing*, 40, 65-74.
- [17] Bingol, O., Ekinici, M., & Gokdogan, A. (2014, October). A new approach stereo based palmprint extraction in unrestricted postures. In *Biometric Measurements and Systems for Security and Medical Applications (BIOMS) Proceedings, 2014 IEEE Workshop on* (pp. 44-49). IEEE.
- [18] Kong, A. W. K., & Zhang, D. (2004, August). Competitive coding scheme for palmprint verification. In *Pattern Recognition, 2004. ICPR 2004. Proceedings of the 17th International Conference on* (Vol. 1, pp. 520-523). IEEE.
- [19] Cootes, T. F., Edwards, G. J., & Taylor, C. J. (2001). Active appearance models. *IEEE Transactions on Pattern Analysis & Machine Intelligence*, (6), 681-685.
- [20] Oktay, A., B., 2011, *Machine Learning Based Object Localization And Contour Extraction In Medical Images With Prior Information*, Phd Thesis, Gebze,
- [21] Lee T.S. (1996) "Image Representation Using 2D Gabor Wavelet", *IEEE Trans PAMI* 18(10):959- 971. doi:10.1109/34.541406

News Clustering Using Linked Data Resources and Their Relationships

Mehmet Mert Yücesan

Department of Computer Engineering
TOBB University of Economics and Technology
Ankara, Turkey
myucesan@etu.edu.tr

Erdogan Dogdu

Department of Computer Engineering
TOBB University of Economics and Technology
Ankara, Turkey
edogdu@etu.edu.tr

Abstract—Text clustering or document clustering is the task of identifying and grouping text documents by their content or topic. This is especially important for the ever growing Web where textual documents are plenty and keep increasing. News clustering is a special task in this domain in which the goal is to classify news documents by their topic. Earlier solutions for this problem utilized “bag of words” approach in which documents are represented with the words and their frequencies in documents, and the clustering task measures the similarity of documents using this representation. However, this approach does not take into consideration the meaning and the importance of words, and the ambiguity in words is also not resolved. We present a novel and upcoming approach for clustering documents or news articles using knowledge bases, specifically “linked data”, to represent documents. We map words or phrases in news documents to their real-world counterparts in “linked data” knowledge bases such as DBpedia, and represent documents with the linked data entities they have. Then, we cluster documents using these entities and their relationships by calculating the similarity between documents using a semantic method. Early evaluation results show that our approach performs significantly better than the bag of words approach.

Keywords—news clustering, linked data, document clustering, semantic similarity

I. INTRODUCTION

Clustering is the task of grouping similar objects. It has been studied quite extensively and there are many methods to solve the clustering problem. Document or text clustering deals with grouping similar text documents by topic, subject, or content. It is an important topic for the rapidly growing digital content on the Web and other platforms. Text clustering is applicable in many tasks such as document organization and browsing, corpus summarization, document classification, and so on [1].

News clustering is a specific type of document clustering, which is the process of dividing or grouping news articles into clusters where the content of articles in a cluster are related to each other and not so much related to the ones in other clusters in terms of subject or topic. News clustering is especially important for the Web applications such as search engines. In recent years news and media outlets are moving to the Web and Web-based news distribution is growing rapidly. Classification or clustering of news articles is therefore important for many applications.

Recent studies in text clustering area started to utilize

external knowledge bases, such as WordNet, as references to identify concepts and/or named entities to make sense out of documents [6], [7], [11]. In this approach named entities or resources mentioned in documents are searched in external knowledgebases and the ones found are used to represent documents and then documents with the same or similar entities are considered related documents and relatedness is measured using some metric. “Linked data”¹ is one such external reference resource type. Linked data is first introduced by Tim Berners-Lee and defined as “a set of best practices for publishing and connecting structured data on the Web” [5], [4]. Projects like Linking Open Data (LOD)² and SpEnD [27] collect and document linked data resources. LOD lists more than 1000 linked datasets, and DBpedia³ is one of the largest and the most central datasets in this collection with more than 4.5 million things (or resources) and more than 3 billion statements (RDF triples) about these things. In this paper we present a linked data-based semantic clustering approach for the problem of clustering news articles. We use linked data, or specifically DBpedia, entities to measure the similarities between news articles. We tested the method we propose on a BBC-news articles dataset we collected, and compared the results with the earlier approaches. The preliminary results show that our method performs better and future enhancements are possible.

The paper is organized as follows. The related work in document and news clustering is summarized in section II. The method we propose and evaluation results are presented in section III. We conclude in section IV.

II. RELATED WORK

News clustering is a type of text clustering. There are many works in this area [6], [7], [17]. In this section we review well-known clustering methods and also recent approaches based on using external knowledgebases as references, similar to our approach.

“Bag of words” model is a common way of representing texts as vectors by the words used in texts and their frequencies disregarding their order. The frequencies are generally calculated using TF-IDF (term frequency - inverse document frequency) weighting method. TF-IDF score measures the

¹<http://www.w3.org/standards/semanticweb/data>

²Linking Open Data project, <http://linkeddata.org>

³DBpedia, <http://dbpedia.org>

importance of a word in document in regard to its frequency in the document as well as in all the other documents using the following formula [22]:

$$tfidf_{ij} = \frac{f_{ij}}{\sum_{j=1} f_{ij}} \times \log\left(\frac{|D|}{|\{d : t_j \in d \in D\}|}\right) \quad (1)$$

where f_{ij} denotes the frequency of term t_j in document d_i . It is divided to the total frequencies of all terms in d_i . The total number of all documents in the document set D is $|D|$ and the number of documents that contains t_j is $|\{d : t_j \in d \in D\}|$. In the bag of words approach, TF-IDF is one of the most used term weighing techniques for representing the documents as vectors.

Agrawal et al. [2] use classical “bag of words” approach for clustering documents. They represent the documents in a VSM (Vector Space Model) and weight the terms using TF-IDF. Then, k-means clustering method with cosine similarity measure is applied. The number of clusters is detected automatically in their study instead of giving it as an input. They extend the k-means algorithm to overcome the zero clustering error by calculating cosine similarity matrix only in the beginning instead of calculating it in each iteration. According to their results their proposed method performs slightly better than the original k-means in terms of F-measure.

Forsati et al. [8] conduct another study that uses VSM for the representation of documents and TF-IDF for term weighting. In this study they utilize Harmony Search optimization method to increase the performance of k-means clustering algorithm. Harmony search method is used to find the optimal centroids for the clusters by considering the process as an optimization problem. The F-measure comparison of their method and standard k-means algorithm claims that their method outperforms standard k-means in all the datasets they tested with.

There are ambiguity and synonymy problems in the bag of words approach because the meaning or the order of the words in the text is not taken into account. The words that are homonymic are considered as the same terms in this approach. The semantic approaches aim to overcome these problems.

Latent Semantic Analysis (LSA) is a statistical method in natural language processing (NLP) for extracting the concepts of documents and terms in order to measure the similarity between documents [13]. In LSA it is assumed that words that have similar meanings would appear in similar passages in the text. A frequency matrix is constructed using singular value decomposition (SVD) method to represent the documents where the rows represent unique terms and the columns represent the paragraphs. Terms that are used in similar context are merged together after SVD. In this way, the documents that use different terminology but similar concept are positioned closer in the representation. There are several works that use LSA to find semantic dependencies between words for calculating similarities between documents [9], [14], [26].

The recent works in text clustering started to focus on the usage of external knowledgebases such as WordNet or DBpedia. WordNet is a lexical database of English words that are grouped into concept sets of synonyms [16]. These

sets are interlinked by meaningful lexical relations which help finding the similarities between documents that use different terminologies but similar meanings. DBpedia⁴ is one of the largest linked data resource in the Linked Open Data (LOD) cloud. It is extracted from Wikipedia⁵ data and used in a variety of studies. Below we review some of these works utilizing external datasets to represent documents and then cluster documents based on these representations.

Kim et al. [12] perform non-negative matrix factorization (NMF) on term document frequency matrix to construct semantic feature matrices. These matrices are used to extract the cluster terms. The weights of these terms are calculated using term mutual information (TMI) by utilizing WordNet synonyms of the terms. Then the cosine similarities between documents are calculated using the cluster terms and the term weights. Their experiments show that the mutual information metric of their proposed method using NMF is higher when it is used along with WordNet.

Bouras et al. [7] propose a new technique called W-k means that enriches the bag of words model and k-means clustering algorithm by using WordNet to overcome synonymy and ambiguity problems. For documents the hypernym graph of each term is generated using WordNet database. Then the weights of the hypernyms of each term are calculated and the top keywords are added in to the bag of that document. The labels of the resulting clusters are generated using the hypernyms of the most important (frequent) keywords in each cluster. They achieve an overall 75% precision rate in the evaluation of their method. Although they overcome the synonymy problem by using WordNet, they do not consider other relationships between terms.

Szczuka et al. [23] utilize DBpedia knowledgebase. They represent the documents as vectors like in the bag of words model, but instead of using the words, the terms are derived from DBpedia concepts, that is why their model is called “bag of concepts” model. These concepts are weighted using TF-IDF. After the cosine similarities are calculated using these vectors, agglomerative hierarchical clustering is applied. They claim their results are encouraging against the bag of words approach.

Wei et al. [25] integrate WordNet with lexical chains to represent documents semantically. A word sense disambiguation (WSD) procedure is applied to identify the most relevant sense for each word in the documents. Then, the lexical chains are determined using the relationships between word senses such as identity, synonymy, or hyponymy. Bisecting k-means clustering method is employed on these lexical chains. In their experimental results on different datasets, their proposed method has F1 scores between 0.55 to 0.72, which are better than the other studies they compare to, including their baseline method where WSD is not performed.

WordNet is also utilized in the study of Patil et al. [19] for word sense disambiguation. After the categories of words used in documents are extracted from WordNet, TF-IDF is applied to obtain a key-term set for each document. They use a threshold value in TF-IDF weighting for extracting only the

⁴<http://wiki.dbpedia.org/>

⁵<https://www.wikipedia.org/>

topic related terms. Although they did not give any clustering result, according to them the resulting representation of the documents can improve clustering accuracy.

Meymandpour et al. [15] propose a semantic similarity measure by leveraging linked data in recommender systems. Their method is based on information content (IC) of features. It is considered that less frequent features are more informative. They use the relations of linked data resources as the features. The similarity between two resources is calculated using the partitioned information contents (PIC) of them. If PIC value of shared features is higher, it means that the resources are similar. Their results show that the usage of linked data in similarity measure reduces the error rate in terms of root mean square error (RMSE).

Paul et al. [20] developed a graph-based method for calculating document similarity. They expand each entity of the document both hierarchically and transversely using DBpedia to construct a graph. Then the similarity between each entity is calculated by finding the distance between the lowest common ancestors and the roots in these graphs. In this study we propose a semantic similarity method similar to their hierarchical similarity measure and use this similarity method for clustering documents.

III. NEWS CLUSTERING USING LINKED DATA

In this section the methodology and the test environment used in this study are explained in detail. Our approach consists of following steps:

- 1) Extract named entities, their types, their linked data entries (in this case DBpedia links).
- 2) Expand linked data entities hierarchically using their categories in DBpedia.
- 3) Represent each document as a vector of words, named entities, linked data entities.
- 4) Calculate the similarity between entities.
- 5) Compute the distance matrix between documents using the entity similarities.
- 6) Apply hierarchical clustering on the distance (similarity) matrix and cluster news documents.

Proposed method is outlined in Algorithm 1. For a given document set D , each document d in D is first annotated by Alchemy API⁶ application. The annotation process identifies named entities in the document and also gives corresponding linked data (DBpedia) URIs for the entities that have a corresponding item in DBpedia. The results is given in an XML document per document request. The algorithm then parses the XML documents to find the linked data URIs. Each URI later is expanded hierarchically 5 levels by querying DBpedia dataset (via an endpoint⁷) using *skos:broader* and *dc:terms* predicate types. An example of this expansion is shown in Figure 1 for Albert Einstein's type categories in 5 levels as represented in DBpedia.

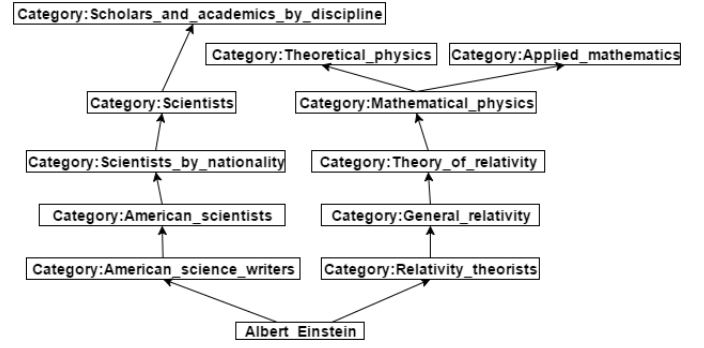


Fig. 1. A proportion of hierarchical expansion of entity Albert_Einstein

The similarity between the pairs of identified linked data entities (or URIs) is then calculated using these expanded hierarchy graphs. As a graph similarity method, we use the taxonomic distance d_{tax} proposed by Benik et al [3]. The taxonomic distance formula is as follows:

$$d_{tax}(x, y) = \frac{d(lca(x, y), x) + d(lca(x, y), y)}{d(root, x) + d(root, y)} \quad (2)$$

where $d(x, y)$ can be defined as $|depth(x) - depth(y)|$ and $lca(x, y)$ is the lowest common ancestors of nodes x and y in the graph. If there is no common ancestor of x and y , then $lca(x, y) = 0$. The similarity between URIs are calculated as $URLsim(x, y) = 1 - d_{tax}(x, y)$.

The semantic similarity of two documents d_i and d_j is then calculated using equation 3 in which $|d_i|$ denotes the number of URIs in document d_i .

$$DocSim(d_i, d_j) = \frac{\sum_{\forall u \in d_i} \sum_{\forall v \in d_j} URLsim(u, v) \times \frac{w(u) + w(v)}{2}}{|d_i| \times |d_j|} \quad (3)$$

The weight of a URI is calculated as in inverse document frequency (IDF) as follows:

$$w(x) = \log_{10} \frac{N}{n_t} \quad (4)$$

where N is the number of all documents in the dataset and n_t is the number of documents including the term (or URI) x .

The distance matrix (*dist*) is then computed using these similarities as shown in the Algorithm 1, using the assignment $dist(x, y) = maxRel * 1.1 - DocSim(x, y)$ where $maxRel$ is the maximum similarity between two documents. We multiply it by 1.1 so that the distance between any two documents is zero only if they are the same documents (to differentiate documents with the maximum similarity scores). Finally, the hierarchical clustering method (*hclust*) is applied to the distance matrix in order to find the clusters (set C).

We tested the method on a news article dataset we collected. The dataset and the test results are explained in the following subsections.

⁶<http://www.alchemyapi.com>

⁷DBpedia endpoint, <http://dbpedia.org/sparql>

Algorithm 1 News clustering using linked data

input: set of news documents D
output: set of clusters C

for each document $d \in D$ **do**
 $URI_d \leftarrow \text{linkedDataURI}(d)$ using *AlchemyAPI*

for each $URI \in \text{allUniqueURIs}$ **do**
 $\text{expandCategories}(URI)$ using *DBpedia*
 $\text{calculateWeight}(URI)$ using *Inverse Document Frequency*

for each document $d_1 \in D$ **do**
 for each document $d_2 \in D$ ($d_1 \neq d_2$) **do**
 for each $u_1 \in URI_{d_1}$ **do**
 for each $u_2 \in URI_{d_2}$ **do**
 $\text{DocSim}[d_1, d_2] \leftarrow \text{DocSim}[d_1, d_2] + \text{URLsim}(u_1, u_2) * ((w(u_1) + w(u_2))/2)$
 $\text{DocSim}[d_1, d_2] = \text{DocSim}[d_1, d_2] / (\text{entityCount}(d_1) * \text{entityCount}(d_2))$

$\text{maxRel} \leftarrow \max(\text{DocSim}[\cdot])$
for each d_i and $d_j \in \text{DocSim}[\cdot]$ **do**
 if $d_i \neq d_j$
 $\text{dist}[d_i, d_j] \leftarrow \text{maxRel} * 1.1 - \text{DocSim}[d_i, d_j]$
 else
 $\text{dist}[d_i, d_j] \leftarrow 0$

$C \leftarrow \text{hclust}(\text{dist}[\cdot])$
return C

A. Dataset

In this study we have collected 213 documents from BBC News⁸ website. The dataset contains 4 categories. The number of documents for each category is shown in Table I. The dataset can be downloaded from the project website (projects/news clustering) at TOBB ETU Big Data Analysis Lab⁹.

TABLE I. BBC NEWS DATASET: NEWS CATEGORIES AND THE NUMBER OF NEWS ARTICLES PER CATEGORY

Category	#documents
science and environment	61
technology	55
sports	53
entertainment and arts	44

B. Named Entity and Linked Data Resource Extraction

We use Alchemy API service for named entity extraction purposes. It is an online tool that is provided as software as a service (SaaS) for users to send documents and receive an RDF/XML file that includes the list of named entities, their frequencies, types, and if exists, the entities' corresponding linked data resources such as DBpedia URIs. Alchemy API also employs an "entity disambiguation" operation on named entities so that identified entities that are written the same but referring to different concepts can be identified and differentiated. The number of entities, types, and linked data resources for our dataset are shown in Table II:

TABLE II. NUMBER OF UNIQUE ENTITIES ALCHEMY API FOUND FOR THE ARTICLES IN BBC NEWS DATASET

Entity	#unique entities
Named Entity	2865
Entity Type	31
DBpedia URI	965

C. File Vectorization and Distance Matrix Calculation

After the entity counts and the DBpedia links are extracted using Alchemy API, the articles are represented as sparse vectors as shown in Table III where d_i is i^{th} document, e_j is the entity j (named entity or its DBpedia URI). For example, document d_1 has entity e_2 2 times in its content (Table III).

TABLE III. EXAMPLE SPARSE VECTORS OF DOCUMENTS WITH THEIR ENTITIES (m :#DOCUMENTS, n :#ENTITIES)

	e_1	e_2	...	e_n
d_1	0	2	...	0
d_2	1	3	...	0
...	...	...	...	...
d_m	0	0	...	1

The documents are vectorized using a number of features including linked data entities as shown in Table III. We considered the following representations in this work:

- **TF-IDF:** This is the classical bag of words approach. Using all words, their frequencies in single documents, and the number of documents in the dataset including these specific words, the vectors for the documents represent the word TF-IDF scores.

⁸<http://www.bbc.com/news>

⁹<http://bigdata.etu.edu.tr>

- Entity Count: Using named entities that are found in documents (using Alchemy API) and their frequencies in documents. Some named entities might have linked data URIs and some might not, here the vectors are constructed using all named entities found by Alchemy API.
- Entity Type: Using named entity types only, which are recognized again using Alchemy API.
- Linked Data Entity: Using linked data entities that are recognized, in this case only using DBpedia entities that are detected by Alchemy API, and their counts in each document.

Using these document vectors we calculate a distance matrix between documents (using Canberra Distance as shown in equation 5).

$$d_c(x, y) = \sum_{i=1}^n \frac{|x_i - y_i|}{|x_i| + |y_i|} \quad (5)$$

The actual method that we use to calculate the distance matrix is by using the semantic similarity between DBpedia URIs in documents as described in equation 3.

D. Hierarchical Clustering

Hierarchical clustering is an agglomerative method to build a hierarchy of clusters where each of the clusters has subclusters based on similarity. Given an N*N distance matrix the basic steps of hierarchical clustering are as follows [10]:

- 1) Create clusters that have exactly one item.
- 2) Find the most similar cluster and merge them into a new cluster.
- 3) Compute distances between the new cluster and the other ones.
- 4) Repeat steps 2 and 3 until all items are clustered into a single cluster with size N.

We use R for hierarchical clustering [21]. When the similarity of the clusters are calculated we use Ward's minimum variance method [24] which is based on a classical sum-of-squares criterion, producing groups with minimum total within-cluster variance [18]. In R this method is implemented using the objective function described in the work of Murtagh et al. [18].

E. Evaluation

We tested the different vectorization and distance matrix calculations on our dataset we selected. The results are presented in Table IV.

Following methods are tested on BBC news dataset.

- 1) Bag of words (BoW): Hierarchical clustering is applied to the TF-IDF weighed word vectors of news documents.
- 2) Named Entity Similarity: The entity occurrence counts in documents are used for vectorization, and hierarchical clustering method is applied to the vectors.

- 3) Entity Type Similarity: Entity types extracted from Alchemy API for named entities mentioned in documents are used for vectorization, and hierarchical clustering method is applied to the vectors.
- 4) Linked Data URI Similarity: DBpedia links extracted from Alchemy API for the named entities in documents are used for vectorization, and hierarchical clustering method is applied to the vectors.
- 5) Linked Data Semantic Similarity (LDSS): The taxonomic distance between pairs of linked data entities from different documents are used to calculate the distance matrix for all documents, and then hierarchical clustering is applied.

As the evaluation criterion we calculated F1 score which is a common performance measuring method for multi-class problems. It is calculated using precision (P) and recall (R) as shown in equations 6, 7, and 8 in which *TP*, *FP*, and *FN* represent true positives, false positives and false negatives respectively.

$$P = \frac{TP}{TP + FP} \quad (6)$$

$$R = \frac{TP}{TP + FN} \quad (7)$$

$$F1 = \frac{P \times R}{P + R} \quad (8)$$

Calculated precision, recall, and F1 scores for each vector representation are presented in Table IV. The results show that linked data semantic similarity (LDSS) method performs better (F1=0.71) than the other methods in terms of F1 score and precision. BoW approach is still the next best performing method (F1=0.63) and named entity similarity method performs close to BoW (F1=0.63). Entity type and linked data URI similarity methods perform the worst (F1=0.43 and F1=0.47 respectively). This is due to the fact that they carry less information (less number of types and few linked data URIs) compared to the other methods.

Overall we can conclude that the linked data based similarity allows us to cluster news documents more precisely in comparison to the classical bag of words type of clustering methods.

IV. CONCLUSION

We have presented and tested a new clustering method (LDSS) for news clustering problem, using a semantic similarity measure between named entities based on linked data resources. The semantic similarity metric utilizes the categories of DBpedia links of named entities found in articles. The named entities and their DBpedia links are first extracted using Alchemy API service, and then the categories of linked data entities are queried via DBpedia endpoint and expanded hierarchically. We have tested other methods and compared to the classical bag of words (BoW) approach. Our results show that linked data-based method LDSS performs significantly better

TABLE IV. PRECISION (P), RECALL (R) AND F1 SCORES OF THE METHODS.

Method	Precision	Recall	F1
Bag of Words	0.59	0.71	0.64
Named Entity Similarity	0.60	0.66	0.63
Entity Type Similarity	0.41	0.46	0.43
Linked Data URI Similarity	0.44	0.51	0.47
Linked Data Semantic Similarity	0.73	0.69	0.71

than BoW and other approaches. This proves the intuition that semantic comparison of documents, in this case named entities (their URIs) and their categorical similarities, performs much better in document clustering than the plain BoW approach.

For future work we are planning to test these methods on larger and standard datasets, and improve the semantic similarity method by using other semantic features of linked data in clustering.

REFERENCES

- [1] C. Aggarwal and C. Zhai. A survey of text clustering algorithms. In *Mining Text Data*, pages 77–128. Springer, 2012.
- [2] R. Agrawal and M. Phatak. A novel algorithm for automatic document clustering. *2013 3rd IEEE International Advance Computing Conference (IACC)*, pages 877–882, 2013.
- [3] J. Benik, C. Chang, L. Raschid, M.-E. Vidal, G. Palma, and A. Thor. Finding cross genome patterns in annotation graphs. In *International Conference on Data Integration in the Life Sciences*, pages 21–36. Springer, 2012.
- [4] C. Bizer, T. Heath, and T. Berners-Lee. Linked data-the story so far. *Semantic Services, Interoperability and Web Applications: Emerging Concepts*, pages 205–227, 2009.
- [5] C. Bizer, T. Heath, K. Idehen, and T. Berners-Lee. Linked data on the web (ldow2008). In *Proceedings of the 17th international conference on World Wide Web*, pages 1265–1266. ACM, 2008.
- [6] C. Bouras and V. Tsogkas. W-kmeans: clustering news articles using wordNet. *Knowledge-Based and Intelligent Information and Engineering Systems*, pages 379–388, 2010.
- [7] C. Bouras and V. Tsogkas. A clustering technique for news articles using WordNet. *Knowledge-Based Systems*, 36:115–128, 2012.
- [8] R. Forsati, M. Mahdavi, M. Shamsfard, and M. Reza Meybodi. Efficient stochastic algorithms for document clustering. *Information Sciences*, 220:269–291, 2013.
- [9] T. Hofmann. Unsupervised learning by probabilistic latent semantic analysis. *Machine learning*, 42(1-2):177–196, 2001.
- [10] S. C. Johnson. Hierarchical clustering schemes. *Psychometrika*, 32(3):241–254, 1967.
- [11] C.-W. Kim and S. Park. Enhancing text document clustering using non-negative matrix factorization and wordnet. *Journal of information and communication convergence engineering*, 11(4):241–246, 2013.
- [12] C.-w. Kim and S. Park. Enhancing Text Document Clustering Using Non-negative Matrix Factorization and WordNet. *Journal of information and communication convergence engineering*, 11(4):241–246, 2013.
- [13] T. K. Landauer, P. W. Foltz, and D. Laham. An introduction to latent semantic analysis. *Discourse processes*, 25(2-3):259–284, 1998.
- [14] T. Liu, Z. Chen, B. Zhang, W.-y. Ma, and G. Wu. Improving text classification using local latent semantic indexing. In *Data Mining, 2004. ICDM'04. Fourth IEEE International Conference on*, pages 162–169. IEEE, 2004.
- [15] R. Meymandpour and J. G. Davis. Enhancing recommender systems using linked open data-based semantic analysis of items. In *Proceedings of the 3rd Australasian Web Conference (AWC 2015)*, volume 27, page 30, 2015.
- [16] G. A. Miller. Wordnet: a lexical database for english. *Communications of the ACM*, 38(11):39–41, 1995.
- [17] S. Montalvo, R. Martínez, A. Casillas, and V. Fresno. Bilingual news clustering using named entities and fuzzy similarity. In *International Conference on Text, Speech and Dialogue*, pages 107–114. Springer, 2007.
- [18] F. Murtagh and P. Legendre. Wards hierarchical agglomerative clustering method: Which algorithms implement wards criterion? *Journal of Classification*, 31(3):274–295, 2014.
- [19] L. H. Patil and M. Atique. A semantic approach for effective document clustering using wordnet. *arXiv preprint arXiv:1303.0489*, 2013.
- [20] C. Paul, A. Rettinger, A. Mogadala, C. A. Knoblock, and P. Szekely. Efficient graph-based document similarity. In *International Semantic Web Conference*, pages 334–349. Springer, 2016.
- [21] R Core Team. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2016.
- [22] G. Salton and C. Buckley. Term-weighting approaches in automatic text retrieval. *Information processing & management*, 24(5):513–523, 1988.
- [23] M. Szczuka and A. Janusz. Semantic clustering of scientific articles using explicit semantic analysis. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, volume 7736 LNCS, pages 83–102, 2013.
- [24] J. H. Ward Jr. Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American statistical association*, 58(301):236–244, 1963.
- [25] T. Wei, Y. Lu, H. Chang, Q. Zhou, and X. Bao. A semantic approach for text clustering using WordNet and lexical chains. *Expert Systems with Applications*, 42(4):2264–2275, 2015.
- [26] B. Yu, Z.-b. Xu, and C.-h. Li. Latent semantic analysis for text categorization using neural network. *Knowledge-Based Systems*, 21(8):900–904, 2008.
- [27] S. Yumusak, E. Dogdu, H. Kodaz, and A. Kamilaris. Spend: Linked data sparql endpoints discovery using search engines. *arXiv preprint arXiv:1608.02761*, 2016.

Hiperspektral Görüntüleme ile Aflatoksin İmzasının Tespiti

Detection of Aflatoxin Signature with Hyperspectral Imaging

Musa ATAŞ
Bilgisayar Mühendisliği
Siirt Üniversitesi
Siirt, Türkiye
musa.atas@siirt.edu.tr

Yahya DOĞAN
Bilgisayar Mühendisliği
Siirt Üniversitesi
Siirt, Türkiye
yahyadogan@siirt.edu.tr

Ozetçe— Aflatoksin insanlarda birçok sağlık problemlerine, özellikle de karaciğer kanserine sebep olduğu için, hızlı ve etkin tespit edilebilmesi çok önemlidir. Birçok gıda ürünü (badem, ceviz, fındık, fıstık, buğday, darı ve baharatlar) üretim, hasat ve depolama dönemlerinde aflatoksin ile bulaşmaya maruz kalırlar. Dünyada birçok ülke gıdalar için aflatoksin limitlerini 5-10 ppb arasında belirlemiştir. Bu çalışmada java tabanlı hiperspektral görüntüleme ile bir makine görüşü analiz yazılımı geliştirilmiştir. Bu yazılım ile araştırmacılar görüntü üzerinde seçebildikleri alanlar ekseninde hiperspektral görüntü analizi yapabileceklerdir. Buna ek olarak, önerilen uygulama aflatoksin veya başka bileşikler gibi özel desenlerin öğrenilmesini de mümkün kılmaktadır.

Anahtar Kelimeler—Hiperspektral görüntüleme, makina görüşü, analiz aracı, makina öğrenmesi.

Abstract— Rapid and effective aflatoxin detection in food becomes very crucial since aflatoxin itself causes various health problems specifically human liver cancer. Many foods such as diamonds, hazelnuts, nuts, pistachios, wheat, maize and spices are prone to aflatoxin contamination during the production, harvesting and storage periods. Aflatoxin content that exceeds 5-10 ppb is prohibited among many countries in the world. In this study a novel java based machine vision analysis tool is developed in order to detect aflatoxin pattern by using hyperspectral imaging. With the proposed software, researchers will be able to analyze the hyperspectral images along with the special signatures of the selected region of interests. Furthermore, developed tool makes it possible to learn specific patterns such as aflatoxin or any other special compounds.

Index Terms—Hyperspectral imaging, machine vision, analysis tool, machine learning.

I. GİRİŞ

Değişik gıda ürünleri (fındık, badem, ceviz, fındık, darı, buğday ve baharatlar), insan sağlığı açısından son derece olumsuz sayılabilecek Aflatoksin'e maruz kalırlar. Aflatoksin bulaşması genellikle ürünün hasat edilmesi, üretim aşaması ve

depolama dönemlerine rastlamaktadır. Buna ek olarak, kuraklık veya bitkiyi strese sokabilecek durumlar gibi mevsimsel etkiler, ortamın nem ve ısı miktarı, üründe küf oluşumu ve böcek tahribatı aflatoksinin meydana gelmesinde etkilidir. Aflatoksin, değişik *Aspergillus* küf türlerinin, özellikle de *Aspergillus Flavus* ve *Aspergillus Parasiticus* küflerinin oluşturduğu toksik bileşiklerdir [1]. Uluslararası kanser araştırma ajansının verilerine göre aflatoksinin, insanlarda karaciğer kanserine sebep olduğu düşünülmektedir. Bu yüzden birçok ülke, aflatoksin miktarını sert önlemler olarak kontrol etmek zorunda kalmıştır (5-10 ppb). [2].

Aflatoksin miktarını belirlemede kitle spektroskopisi (Mass spectroscopy), ince film kromatografisi (TLC), yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC), ve enzim bağlantılı immunosorban tahlili (ELISA) gibi değişik kimyasal yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin arasında en hassas ve doğru sonuç üreten yöntem HPLC olarak kabul edilmektedir [3]. Kimyasal yöntemler daha güvenilir ve tutarlı sonuçlar üretmesine karşılık önışlem maliyetli, pahalı ve uzun zaman aldığından, alternatif çözüm yolları üzerinde çalışmalar devam etmektedir.

Son yıllarda bilgisayarla görü tabanlı sistemlerden olan yakın kızılötesi spektroskopisi, multi-spektral ve hiper-spektral görüntüleme ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır [3-7]. Değişik ışık modaliteleri altında (uv, halojen, led, xenon) incelenecek numune üzerindeki yansıma (reflectance), geçirgenlik (transmittance) ve floresan (fluorescence) etkileri analiz edilerek gıdada aflatoksin durumu tespit edilmeye çalışılmaktadır. Literatür incelendiğinde aflatoksin tespiti için en çok kullanılan sistemin uv tabanlı olduğu görülür. Temel olarak kojik asit ve peroksidaz enzimin meydana getirdiği bileşik, 365 nm uv altında, parlak yeşil ve sarımsı floresan (BGYF, Bright Green Yellowish Fluorescent) ışık yayar. Söz konusu ışığın şiddeti aflatoksin miktarı ile doğru orantılı olduğu kabul edilir. Ancak bu durum her zaman geçerli olamayabilir. Bunun nedeni ışımaya sebep olan BGYF bileşiğinin gerçekte kojik asit ve gıdadaki peroksidaz

enzimlerinden meydana gelmesidir. Kojik asit ise küflerden (*Aspergillus Flavus*, *Aspergillus Parasiticus* ve diğer türleri), hatta bakterilerden bile meydana gelebilir [8]. Yao ve ark. göre 5000 ppb üzerindeki bir aflatoksin değerine sahip mısır örneklerinde BGYF ışması 500-515 nm arasında en belirgindir ve 10 ppb den küçük seviyelerde ışma gözlenmeyecektir [9]. Diğer taraftan, Pearson halojen aydınlatma altında silikon fotodiyot dizili fiber optik spektrometre sistemi ile 100 ppb üzerinde aflatoksin değeri olan mısır örneklerini diğerlerinden yaklaşık %97 sınıflandırma başarısı ile ayırabilmiştir [10]. Ayrıca Atas ve ark. pul biberler üzerindeki aflatoksin tespiti çalışmasında %85 sınıflandırma başarısına ulaşmışlardır [11]. Bu çalışmalara ek olarak, Hirano ve ark. yer fıstığı çalışmasında, 700nm/1100nm spektral geçirgenlik oranında %93 sınıflandırma başarısını elde etmişlerdir [12].

Bu çalışmada ileride fıstık veya diğer gıdalarda (badem, ceviz, fındık, bıtım vb.) aflatoksin tespitinde kullanılmak üzere, petri kabının üzerine damlatılmış farklı yoğunluktaki standart aflatoksin örneklerinin spektral imzalarını öğrenecek bir makine görüşü sistemi geliştirilmiştir. İkinci bölümde önerilen hiperspektral sistemin donanımsal ve yazılımsal bileşenleri ayrıntılı bir şekilde ele alınacaktır. Uygulamalar ve çıktıları bölümünde ilgi bölgesi (region of interest, roi) seçimi anlatılarak roi'lerin spektral görüntüleri ve aflatoksinli bölgelerle diğer bölgelerden elde edilen verilerin farklılıkları irdelenecektir. Sonuç bölümünde ise geliştirilen sistemin başarımlı değerlendirilerek gelecekte yapılması düşünülen çalışmalar üzerinde durulacaktır.

II. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada önerilen hiperspektral görüş sistemi temel olarak iki ana bileşenden meydana gelmiştir. İlerleyen alt başlıklarda söz konusu bileşenler açıklanmaktadır.

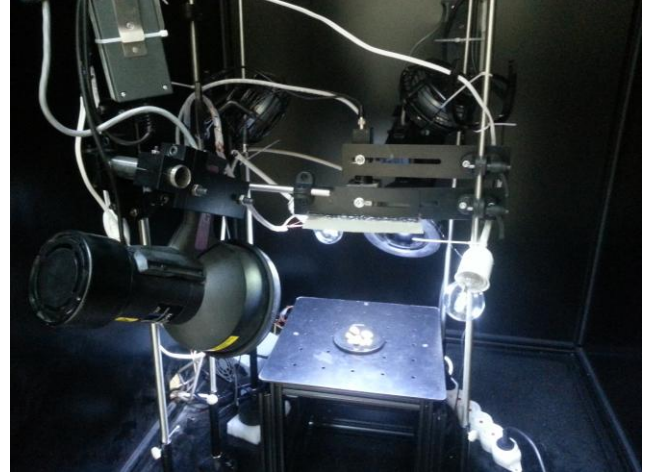
A. Sistemin Donanımsal Yapısı

Şekil 1'de görüldüğü gibi önerilen sistem ayrıtları 150 cm ve ön tarafında kapağı olan bir küp (karanlık oda), çeşitli enstrümanları sabitlemek için çelik dikey çubuklar ve vidalı tutucular, yüksekliği ayarlanabilir sehpa, soğutucu fanlar, simetrik olarak yerleştirilmiş iki adet spectrolin 150 watt uv ışık kaynağı, GigE endüstriyel kamera, 8 mm odak uzaklığı olan lens ve varispec elektronik ayarlanabilir spektral filtreden oluşmaktadır.

Uv ışık kaynakları, endüstriyel kamera ve fanların ihtiyacı olan elektrik enerjisi dışarıdan karanlık odaya güç hattı çekilerek sağlanmıştır. Ayrıca varispec ve endüstriyel kameranın veri kabloları, kutudan dışarıya çıkış verilerek bilgisayarla bağlantısı sağlanmıştır. Varispec filtrenin dışarıda kontrol ünitesi bulunmaktadır. Geliştirilen hiperspektral görüntüleme yazılımı söz konusu kontrol ünitesine usb veri kablosu ile bağlanıp kontrolleri sağlamaktadır. Endüstriyel kamera GigE tabanlı olduğundan yerel ağdaki herhangi bir bilgisayar üzerinden kameraya erişim sağlanabilmektedir.

Karanlık odanın boyutlarının büyük olmasının gerek setup'ın hazırlanmasında gerekse de ortamın daha geç ısınması ve büyük cisimleri incelemeye olanak sağlaması açısından çok büyük faydaları olmuştur. Varispec elektronik ayarlanabilir

spektral filtre uv ışınına maruz kaldığında ısınmakta ve ısıdan kaynaklanan elektronik gürültüler elde edilen hiperspektral görüntülerin kalitesini azaltmaktadır. Bu problemleri azaltmak için varispec filtrenin dış yüzeyi ısıyı dağıtabilmesi ve yansıtması için alüminyum folyo ile kaplanarak fanlarla soğutulması sağlanmıştır. Geliştirilen yazılımla varispec filtrenin kritik 30 santigrat derecesi sürekli kontrol edilerek filtrenin kabul edilebilir sınırlar içerisinde çalışması sağlanmıştır.



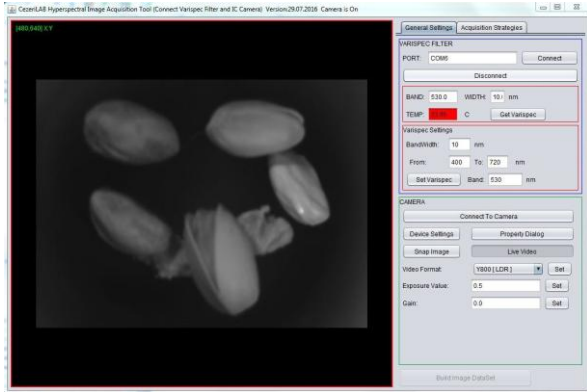
Şekil 1. Önerilen hiperspektral görüş sisteminin önemli parçaları.

B. Sistemin Yazılımsal Yapısı

Hiperspektral görüş sistemi yazılımı Netbeans IDE 8.0.2 geliştirme editöründe java programlama dili kullanılarak geliştirilmiştir. Uygulamada çeşitli görüntü işleme ve görselleştirme unsurları için geliştirdiğimiz Open Cezeri Library (OCL) kütüphanesinden faydalanılmıştır [13]. Yazılım Sistemi temel olarak iki ana grafiksel ara yüzden meydana gelmiştir. Söz konusu grafiksel ara yüzler Şekil 2 ve Şekil 3 de gösterilmektedir.

Hiperspektral görüntü alımı ara yüzü Şekil 2 de görülmektedir. Bu ara yüzde, genel ayarlar ve görüntü alımı stratejileri adında iki ana sekme bulunur. İncelenecek obje petri kaba yerleştirildikten sonra karanlık oda kapatılır ve uv ışık kaynakları açılır. Genel ayarlamalar sekmesinin üst bölümünde yer alan port kısmına varispec in aktif bağlantısının gerçekleştiği com portu yazılır ve hemen yanındaki "Connect" tuşuna basılarak yazılımın filtreyi kontrol etmesi sağlanır. Filtre ile ilgili spektral bant numarası, genişliği ve filtrenin sıcaklığı gibi anlık bilgiler ara yüz üzerinden takip edilebilir. Kullanıcı eğer isterse filtrenin bant genişliğini, spektral tarama aralığını veya aktif spektral bandı yine bu ara yüz üzerinden değiştirebilir. Alt bölümde bulunan kamera kısmında, yazılımın GigE endüstriyel kameraya bağlantısını sağlayacak düğme ve kamera ile ilgili parametrelerin (pozlama süresi, açıklık, kazanç ve görüntü formatı vb.) değiştirilmesine olanak tanıyan bileşenler bulunur. Sıradan bir hiperspektral görüntü alımı için kullanıcının varispec kısmında "connect" tuşuna bastıktan sonra kamera bölümünde de "Connect to Camera" butonuna basması gerekir. Zikredilen butonlara basıldıktan sonra kameranın "live mode" dediğimiz canlı görüntü alımı aktif olur ve pozlama süresine göre çekilen görüntüler sol

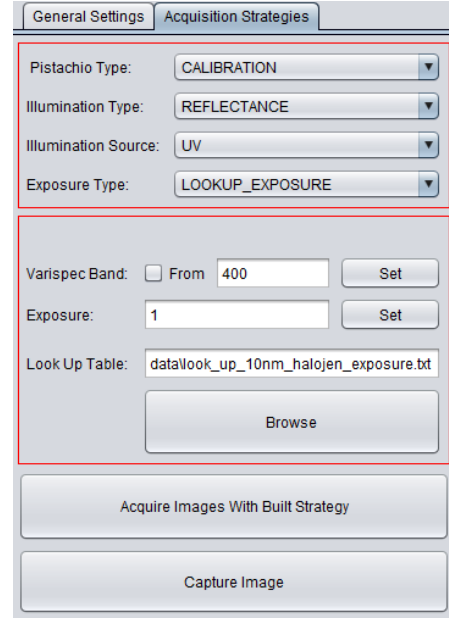
taftaki pencerede izlenir. İncelenen obje ve spektral banda göre pozlama sürelerinde değişikliğe gidilmesi, ideal ve kaliteli bir görüntü alımı için gereklidir. Bu nedenle, kullanıcının daha önceden tarayacağı spektral bantların her birisi için en uygun pozlama süresini bir txt dosyasında (lookup table) tutması faydalıdır. Aksi takdirde görüntü alımı işlemi uzayacaktır. Unutulmamalıdır ki, kameranın ideal pozlama süresini kestirmek için oto pozlama özelliği yerine manuel veya makine öğrenmesi tabanlı yazılımların [14] kullanılması daha uyumlu olabilir ve kaliteli çıktılar üretecektir. Yaptığımız deneylerde kameranın kendi oto pozlama özelliği kullanıldığında alınan görüntülerde büyük oranda bilgi kaybına neden olan aşırı pozlanmış (over-exposed) ve düşük pozlanmış (under-exposed) durumlar gözlemlenmiştir.



Şekil 2. Hiperspektral görüntü alımı ara yüzü.

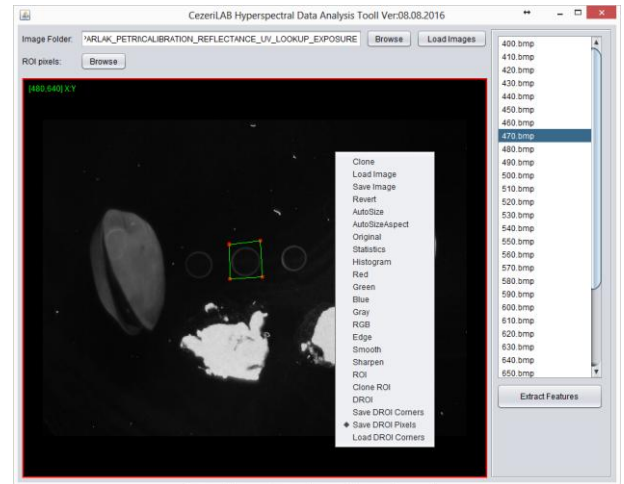
Görüntü alımı stratejileri sekmesinde, Şekil 3 te de görüldüğü gibi kullanıcının hiperspektral görüntüleri oluştururken kullanacağı stratejileri belirtecek seçenekler bulunur. Örneğin, fıstık tipi olarak, iç, dış, öğütülmüş veya bu çalışmada olduğu gibi kalibrasyon seçilebilir. Diğer taraftan aydınlatma türünde yansıma ve geçirgenlik, aydınlatma kaynağı olarak ta uv, led veya halojen seçilebildiği gibi, pozlama seçeneği olarak oto-pozlama, adaptif pozlama (makine öğrenmesi tabanlı), tablodan pozlama (önceden her band için ideal pozlama süresi manuel olarak belirlenmiş lookup tablosu) ve yüksek dinamik aralık [15] seçilebilir.

Lookup tablosu seçilmişse ilgili dosya “browse” butonuna basılarak dosya yolu seçilir ve yüklenir. Alt kısımda bulunan “Acquire Images with Built Strategies” düğmesine basılması durumunda varispec belirlenen spektral bant aralığında çalışmaya başlayacak, endüstriyel kameranın ilgili bant için gerekli pozlama süresi kadar beklemesi sağlanarak canlı görüntü sol pencerede gözlemlenecektir. En kararlı görüntü alındığında kullanıcı manuel olarak en alttaki “Capture Image” düğmesine basarak ilgili bandın görüntüsünün hard-diskte kullanılan stratejilerden oluşturulan özel bir klasörün içerisine kaydedilmesini gerçekleştirir. Örnek olması açısından Şekil 3 teki gibi bir strateji deseninin üreteceği klasör ismi “CALIBRATION_REFLECTANCE_UV_LOOKUP_EXPOSURE” olacaktır.



Şekil 3. Görüntü alımı stratejileri sekmesi.

Yazılım sisteminin ikinci ana bileşeni Şekil 4’te gösterildiği gibi hiperspektral görüntü analizi (HGA) aracıdır.



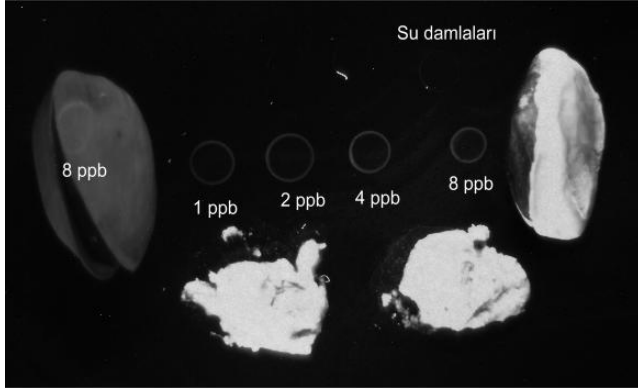
Şekil 4. Hiperspektral görüntü analizi aracı.

HGA uygulamasında kullanıcı analizi yapılacak hiperspektral görüntülerin tutulduğu klasörün adresini browse butonu yardımıyla bularak yükler. Ara yüzdeki görüntü paneli üzerinde sağ tıklandığında açılır menüden dinamik roi (DROI) seçilerek analizi yapılacak bölge hassas bir şekilde belirlenir ve daha sonra da kullanılabilmesi için bilgisayara kaydedilir. Önceden kaydedilmiş DROI pikselleri üst kısımda ROI Pixels yazan yerin yanındaki Browse butonuna basılarak sisteme yüklenir. Son işlem olarak ta sağ tarafta bulunan “Extract Features” düğmesine basılarak DROI piksellerinin spektral imzası OCL’de bulunan görselleştirme aracı ile analiz edilir.

III. UYGULAMALAR VE ÇIKTILARI

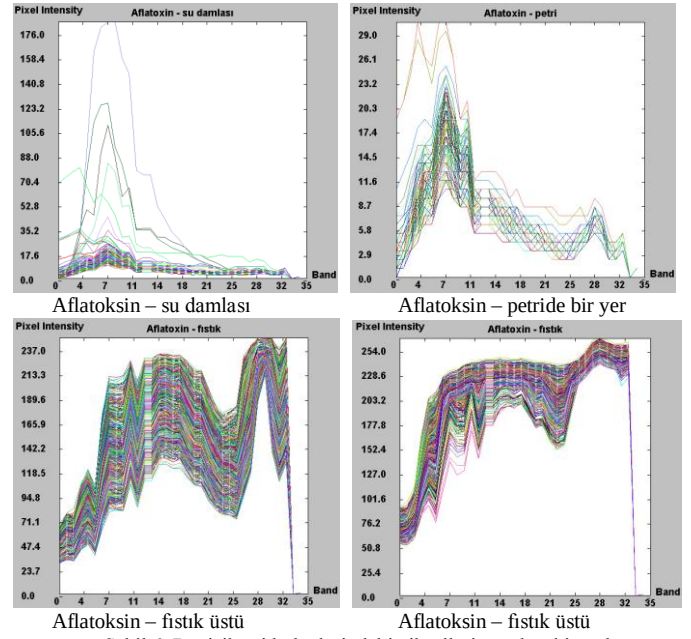
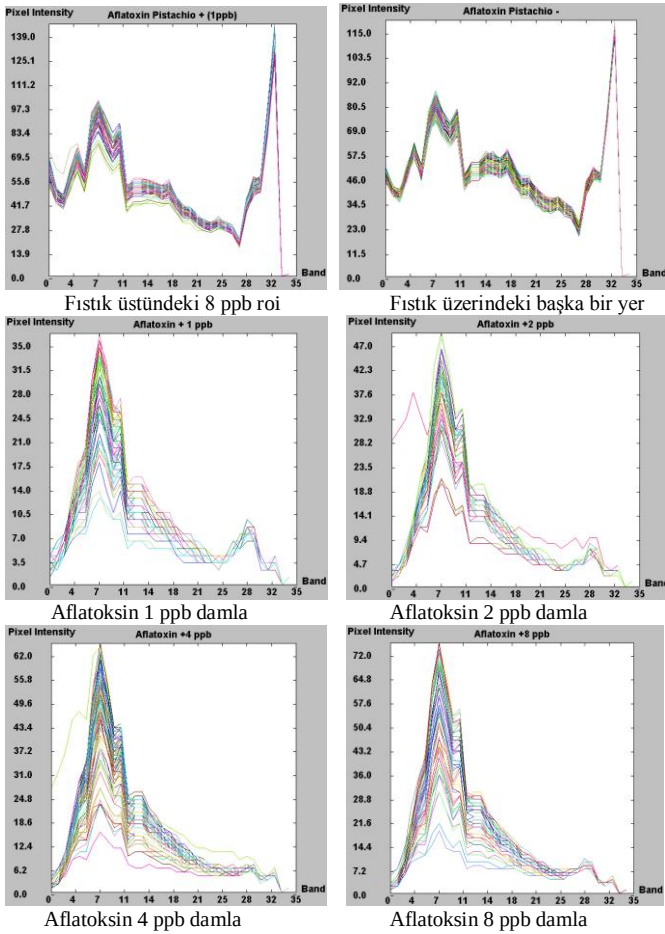
Bu çalışmada aflatoxin deseninin, aflatoxin olmayan desenlere göre farkları gösterilmeye çalışılmıştır. Bunun için

aflatoksin derişimleri sırasıyla 1ppb, 2ppb, 4ppb ve 8ppb olan dört adet damla Şekil 5'te görüldüğü gibi arka yüzeyi siyah boya ile kaplanmış petrinin üzerine şırınga ile damlatılmıştır. Ayrıca 4 adet su damlası yine petri üzerine aflatoksin damlalarının hemen üzerine gelecek şekilde damlatılmıştır. Bunun dışında 8ppb aflatoksin içeren solüsyon kabuklu fıstığın üzerine damlatılmıştır. Şekil-5, 470nm görüntüsünü temsil etmektedir.



Şekil 5. 470 nm de alınmış hiperspektral görüntü.

Şekil 5'te gösterilen 5 adet aflatoksinli bölge ve dışarıdan seçilen 5 adet aflatoksinli bölgenin spektral imzaları Şekil 6 da gösterilmiştir.



Şekil 6. Değişik roi bölgelerindeki piksellerin spektral imzaları

IV. SONUÇ

Şekil 6 daki 10 adet grafik incelendiğinde aflatoksin + roi'lerin aflatoksin - roi'lere göre farklı spektral davranış sergilediği görülecektir. Fıstık üzerinde damlatılan aflatoksin + roi spektral deseninin aflatoksin - olanlara göre 4. ile 25.bantlar arasında daha geniş bir dağılım gösterdiği izlenir. Aynı şekilde diğer grafikler incelendiğinde genellikle aflatoksin + pikseller uv ışınımı altında daha yüksek parlaklık değerine sahip oldukları anlaşılır. Dahası, aflatoksin konsantrasyonuna göre maksimum parlaklık değeri doğrusal olarak artış eğilimi sergilemektedir. İleride yapacağımız çalışmalarda roi sinyallerini makine öğrenmesi algoritmaları ile istatistiksel olarak öğretmeye çalışarak aflatoksinli bölgelerin otomatik olarak tespiti edilmelerini hedefliyoruz.

BİLGİLENDİRME

Bu çalışma Siirt Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü (SİÜBAP) tarafından SİÜMÜH-M6 no'lu proje kapsamında desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

- [1] H.J. Zeringue and B. Y. Shih. "Extraction and Separation of the BGYF Material from Aflatoxigenic Aspergillus spp. Infected Cotton Lint by HPLC-UV/FL", *J.Agric.Food Chem.*, 46(3),pp. 1071-1075, 1998.
- [2] Ataş, Musa, Alptekin Temizel, and Yasemin Yardımcı. "Classification of aflatoxin contaminated chili pepper using hyperspectral imaging and artificial neural networks." 2010 IEEE 18th Signal Processing and Communications Applications Conference. IEEE, 2010.
- [3] Yao, H., Z. Hruska, and J. Diana Di Mavungu. "Developments in detection and determination of aflatoxins." *World Mycotoxin Journal* 8.2 (2015): 181-191.

- [4] Huang, Hui, Li Liu, and Michael O. Ngadi. "Recent developments in hyperspectral imaging for assessment of food quality and safety." *Sensors* 14.4 (2014): 7248-7276.
- [5] Wu, Di, and Da-Wen Sun. "Hyperspectral imaging technology: a nondestructive tool for food quality and safety evaluation and inspection." *Advances in food process engineering research and applications*. Springer US, 2013. 581-606.
- [6] Feng, Yao-Ze, and Da-Wen Sun. "Application of hyperspectral imaging in food safety inspection and control: a review." *Critical reviews in food science and nutrition* 52.11 (2012): 1039-1058.
- [7] Ataş M., Yardimci Y, and A. Temizel. "A new approach to aflatoxin detection in chili pepper by machine vision." *Computers and electronics in agriculture* 87 (2012): 129-141.
- [8] D. Jardine, M.L. Peter, "Black Light Test for Aflatoxin Is Questionable Process", http://www.ksre.ksu.edu/news/sty/2003/blacklight_test082803.htm , last visit:17 Jan. 2010.
- [9] Yao, Haibo, et al. "Hyperspectral bright greenish-yellow fluorescence (BGYF) imaging of aflatoxin contaminated corn kernels." *Optics East 2006*. International Society for Optics and Photonics, 2006.
- [10] Pearson, T. C., et al. "Detecting aflatoxin in single corn kernels by transmittance and reflectance spectroscopy." *Transactions of the ASAE* 44.5 (2001): 1247.
- [11] Ataş, M, Yasemin Y. and Temizel, A. "Aflatoksinli Biberlerin Hiperpektral Görüntülerinin Sınıflandırılması İçin Yeni Yaklaşımlar." *Dokuz Eylül Mühendislik Dergisi*, Cilt:12, Sayı:3, (2010).
- [12] Hirano, S., Noriyuki O., and Shuichirou N. "Near infra red detection of internally moldy nuts." *Bioscience, biotechnology, and biochemistry* 62.1 (1998): 102-107.
- [13] Ataş, Musa. "Open Cezeri Library: A novel java based matrix and computer vision framework" *Computer Applications in Engineering Education* (2016).
- [14] Doğan, Yahya, and Musa Ataş. "Prediction of adaptive exposure time in hyperspectral bands for industrial cameras." *2015 23rd Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*. IEEE, 2015.
- [15] Ataş, Musa, and Yahya Doğan. "Adaptive High Dynamic Range." *2015 23rd Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*. IEEE, 2015.

Siirt ve Antep Fıstıklarının Bilgisayarla Görü Tabanlı Sınıflandırılması

Classification of Siirt and Antep Pistachio nuts based on Computer Vision

Yahya Doğan
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
Siirt Üniversitesi
Siirt, Türkiye
yahyadogan@siirt.edu.tr

Musa Ataş
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
Siirt Üniversitesi
Siirt, Türkiye
musa.atas@siirt.edu.tr

Özetçe—Bilgisayarla görü sistemleri günümüzde pek çok alanda (robotik, tarım vb.) etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Bu çalışmada bilgisayarla görü tabanlı Siirt ve Antep fıstıklarının sınıflandırılması amaçlanmaktadır. Bu kapsamda görüntülerin elde edilmesi için fıstık besleme ve görüntü alım mekanizması geliştirilmiştir. 200 Siirt fıstığı ve 200 Antep fıstığı kullanılarak üç ayrı bakış açısından toplamda 400x3 imge alınmıştır. İmgelerden çeşitli öznelikler çıkarılarak veri seti oluşturulmuştur. Veri seti eğitim ve test olarak iki kısma ayrılmıştır. Eğitim aşamasında 10 kat çapraz doğrulama testi yapılarak çeşitli makine öğrenmesi algoritmalarının (MLP, NaiveBayes ve J48) sınıflandırma performansı incelenmiştir. %91.5 ile en yüksek başarı elde edilen MLP algoritması test aşamasında kullanılmıştır. Test aşamasında bir fıstığın sınıflandırma zaman maliyeti 193 ms ve doğru sınıflandırma başarısı %90 bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler—Fıstık sınıflandırma sistemi, makine öğrenmesi, görüntü işleme, öznelik çıkarımı

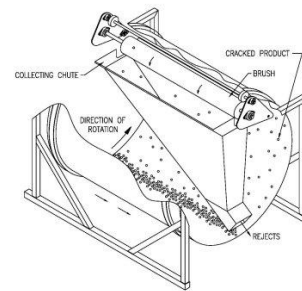
Abstract—Today, computer vision systems are used effectively in many fields (robotics, agriculture, etc.). In the present study, it is aimed to classify Siirt and Antep pistachio nuts based on computer vision. In this context, pistachio feeding and image acquisition system have been established. Totally, 400x3 image were taken by using 200 Siirt and 200 Antep pistachio nuts from three different view points. Dataset was generated by extraction of various features from images. Dataset was divided into two parts as train and test sets. In training phase, classification performance of various machine learning algorithm (MLP, NaiveBayes and J48) was evaluated by performing 10 folds cross validation. The MLP algorithm obtained the highest success rate with %91.5 accuracy in test phase. Real time computation cost for the classification of a single pistachio and classification accuracy were obtained as 193 ms and 90%, respectively.

Index Terms—Pistachio classification system, machine learning, image processing, feature extraction

I. GİRİŞ

Türkiye'nin en önemli gelir kaynaklarından biri olan fıstık, periyodisite gösteren bir meyve olduğundan üretim miktarı yıllara ve ülkelere göre farklılık göstermektedir. Türkiye fıstık üretiminde yıllık yaklaşık olarak 83 bin ton ile dünyada üçüncü sırada gelmektedir. Türkiye'de Antep ve Siirt fıstığı olmak üzere iki tip fıstık türü mevcuttur. Siirt ili ulusal fıstık üretiminin %18 ini karşılamaktadır. Siirt fıstığı, Antep fıstığı ile karşılaştırıldığında olgun taneleri, kalori değeri ve düşük yağ oranı gibi özelliklerinden dolayı piyasada çerez olarak tercih edilmektedir.

Literatürde Fıstık sınıflandırma çalışmaları incelendiğinde genel olarak üç yol izlenmektedir. Bunlar mekanik sistem, görüntü tabanlı sistem ve ses tabanlı sistemlerdir. Mekanik sistemde (pin-picker sistem) fıstıklar çatlak olup olmadıklarına göre sınıflandırılmaktadır.



Şekil 1. Pin-picker Sistemi

Şekil 1'de pin-picker sistemi gösterilmiştir. Burada içinde iğnelerin olduğu bir tabur dönerek içindeki çatlak fıstıkları yakalamaktadır. Ancak günümüzde de sıklıkla kullanılan bu sistem fıstıklara zarar vermektedir [1-2].

Görüntü tabanlı sistemlerde, fıstık sınıflandırma çalışmaları ilk olarak Pearson tarafından lekeli fıstıkların (genellikle daha fazla aflatoksin içeren) temiz olanlardan ayırmak için kullanılmıştır. Bu çalışmada 3 adet linescan

kamera kullanılarak lekeli fıstıklar belirlenmeye çalışılmıştır [3]. Ghazanfari vd. fıstıkları dört kalite sınıfına (aşırı büyük, büyük, orta ve çatlamamış) ayırmak için bir çalışma yapmışlardır. Söz konusu çalışmada öznelilikleri belirlemek için fourier betimleyiciler ve imgedeki fıstık alanı (piksel sayısı) kullanılmıştır. Bir melez karar ağacı ve ileri beslemeli sinir ağı kullanılarak sınıflandırma başarımı incelenmiştir [1]. Ghezalbash vd. üç İran fıstığı türünü (Akbari, Ohadi ve Kalle-Ghuchi) kapalı ve çatlak olma durumlarına göre sınıflandırmayı hedeflemişlerdir. Gerçek zamanlı işlemlerde Fourier yöntemler, Spektral yöntemler, Aktif kontur vb. gibi teknikler zaman alıcı olduğundan yapılan çalışmada eşikleme ve morfolojik işlemler kullanılarak çözüm bulunmaya çalışılmıştır. Çalışmada düşük kalitede bir kamera kullanıldığından alınan görüntülerde yüksek oranda gürültüler meydana gelmiştir. Ayrıca kameranın saniyedeki görüntü sayısı (frame rate) ve çözünürlüğünün düşük olmasından kaynaklı fıstıkların açık veya kapalı olarak değerlendirilmesi için segmentasyon gibi işlemlerin yapılması zor olmaktadır [4].

Ses tabanlı sistemlerde ise genel olarak farklı fıstık türlerinin birbirinden ayırt edilmesi ve fıstıkların çatlak olup olmadığının belirlenmesi amaçları için kullanılmaktadır. Mahmoudi vd. dört farklı İran (Kaleghouchi, Akbari, Badami ve Ahmadagaee) fıstığını sınıflandırmak için yapay sinir ağları tabanlı bir yöntem sunmuşlardır. YSA modeli için gerekli olan veri setini oluşturmak için bir mikrofon kullanılarak her bir türden 800 ses sinyali olmak üzere toplamda 3200 ses sinyali örneği alınmıştır. Elde edilen ses sinyallerinden özneliliklerin çıkarılması için Hızlı Fourier Dönüşümü [5], Güç Spektral Yoğunluğu [6] ve Temel Bileşenler Analizi (TBA) [7] metotları kullanılmıştır [8]. Çetin vd. kapalı ve çatlak fıstıkların çelik bir levhaya çarpması sonucu oluşturdukları sinyallerin farklı olduğunu gözlemlemişlerdir. Sinyallerden TBA kullanılarak elde edilen öznelilikler ile mel-cepstrum kombine edilerek fıstıklar sınıflandırılmıştır [9]. Benzer olarak Mahmoudi kapalı ve çatlak fıstıkların sınıflandırılması için bir uzman sistem tasarlamıştır. Çalışmada J48 karar ağacı hem özellik seçimi hem de sınıflandırma amacıyla kullanılmıştır [10]. Ses tabanlı sistemler genel olarak yüksek oranda gürültü içermektedir. Bu durum da sınıflandırma başarısını azaltmaktadır.

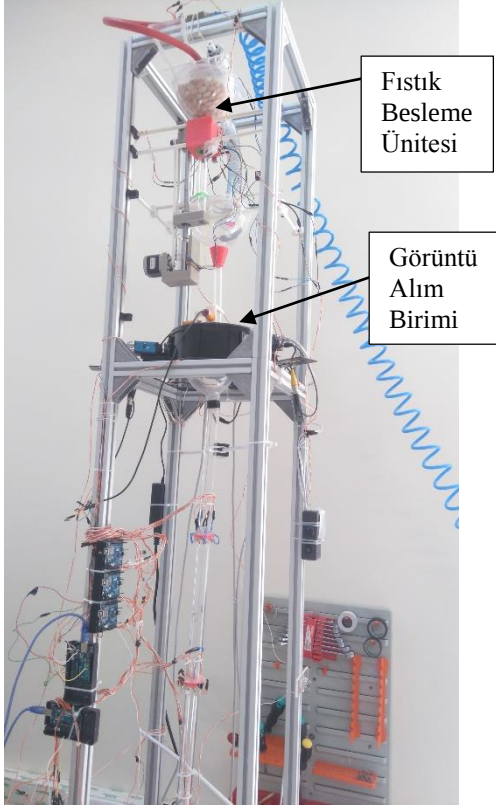
Bu çalışmada dikey olarak düşen Siirt ve Antep fıstıklarını belirlenen öznelilikleri kullanarak bilgisayarla görü tabanlı ayırmaya çalışan bir sistem geliştirilmiştir. Bildirinin ikinci bölümünde görüntülerin elde edilmesi, imgelerden özneliliklerin çıkarılması ve oluşturulan veri setini en iyi temsil eden makine öğrenmesi algoritmasının tespit edilmesini içermektedir. Üçüncü bölümde ise uygulama sonuçları verilmiş ve gelecekte yapılması planlanan hedefler belirtilmiştir.

II. MATERYAL VE YÖNTEM

A. Görüntülerin Elde Edilmesi

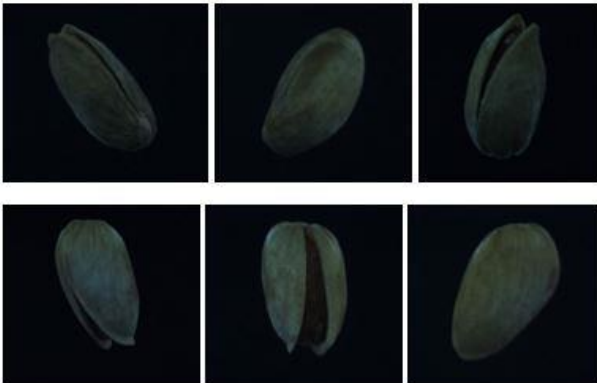
Siirt ve Antep fıstığı görüntülerinin alınabilmesi için geliştirilen sistem iki kısımdan oluşmaktadır. Bunlar Fıstık Besleme Ünitesi (FBÜ) ve Görüntü Alım Birimi (GAB)'dir. FBÜ'nün amacı saniyede bir tane fıstığı 16 mm çapındaki pleksi glass boruya aktarmaktır. FBÜ'deki huni manuel olarak Siirt ve Antep fıstıkları ile doldurulduktan sonra, geliştirilen krank-biyel mekanizması ile dairesel hareket doğrusal harekete dönüştürülerek her adımda hunideki bir fıstık yukarıya taşınmaktadır. Fıstığın çıktığı maksimum yüksekliğe yerleştirilen solenoid valf, kompresörden aldığı yüksek basınçlı hava ile fıstığa üfleyerek fıstığın pleksi boruya aktarılmasını sağlamaktadır. Bu şekilde geliştirilen FBÜ ile her adımda sadece bir tane fıstığın sisteme dâhil olması garantilenmiştir.

GAB dikey olarak düşen fıstıkların görüntülerini almak için tasarlanmıştır. GAB 2 tane kızılötesi sensör (MZ80) ve 120 derece açılarla yerleştirilmiş 3 endüstriyel kameradan (GigE IC Imaging DFK23618) meydana gelmektedir. Dikey olarak düşen fıstıklar sensörlerin önünden geçtiği zaman kameralar tetiklenmekte ve görüntüler yerel ağ üzerinden bilgisayara aktarılmaktadır. Çalışmada fıstığın kameranın önünden çok hızlı geçmesinden kaynaklı meydana gelebilecek hareket bulanıklığını (motion blur) ortadan kaldırmak için yüksek fps'lere (120 fps) çıkan endüstriyel kameralar kullanılmıştır. Belirtilen fps'de görüntü alınabilmesi için pozlama süresinin düşük tutulması gerekmektedir. Çalışmada pozlama süresi 1/10000 alınmıştır. Pozlama süresinin düşük tutulması karanlık imgelere sebep olduğundan, kameraların yerleştirildiği kara kutu güçlü led ışıkları ile aydınlatılmıştır. Şekil 2'de geliştirilen fıstık besleme ve görüntü alım mekanizması gösterilmiştir.



Şekil 2. Geliştirilen Fıstık Besleme ve Görüntü Alım Mekanizması

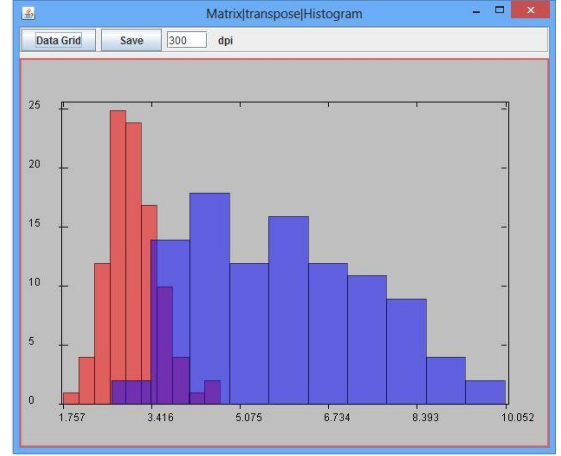
Şekil 3’de Antep fıstığı (üstte) ve Siirt fıstığı (altta)’nın 3 kameradan alınan görüntüleri verilmiştir. İmgelerin orijinal boyutları 640x480’dir. İmgelerde fıstığın kapladığı alan yaklaşık olarak imgenin 5 de biri kadardır. Bu nedenle zaman maliyetini minimize etmek için fıstık nesnesini imgeden çıkarmak gerekmektedir. İmgelere yatay ve dikey yönde iz düşüm işlemi uygulanarak fıstık nesnesinin sol-üst ve sağ-alt koordinatları belirlenmiştir. Belirlenen koordinatlar doğrultusunda ilgi alanı algoritması kullanılarak (region of interest, ROI) fıstık nesnesi orijinal imgeden çıkarılmıştır.



Şekil 3. Antep Fıstığı (Üstte) ve Siirt Fıstığı (Altta)

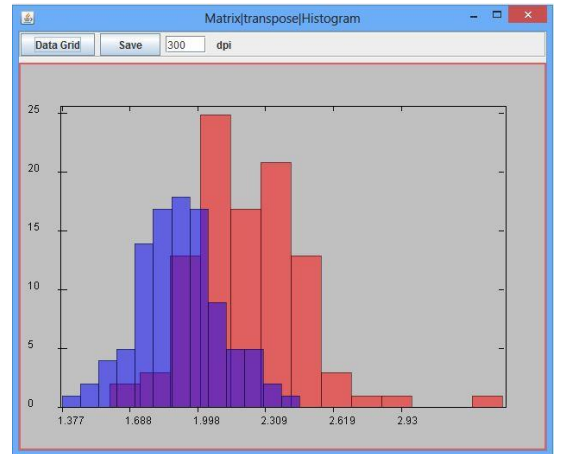
B. Öz niteliklerin Belirlenmesi

Siirt Fıstığı ile Antep fıstığı kıyaslandığında parlaklık değeri (intensity) ve büyüklük olarak (en boy oranı) farklılık gösterdiği gözlenmektedir. Kavrulmamış Siirt ve Antep fıstığı imgeleri sınıflandırılmak istendiğinde parlaklık değeri olarak yüksek oranda ayrıştıkları gözlenmektedir. Ancak kavrulmuş fıstıklarda sisteme eklendiğinde iki fıstık türü arasında Şekil 4’de gösterildiği gibi üst üste çakışmaların (overlap) meydana geldiği gözlenmektedir. Bu durumda sınıflandırma başarısı azalmaktadır.



Şekil 4. Parlaklık değerine göre Siirt ve Antep fıstıkları arasında meydana gelen üst üste çakışmalar

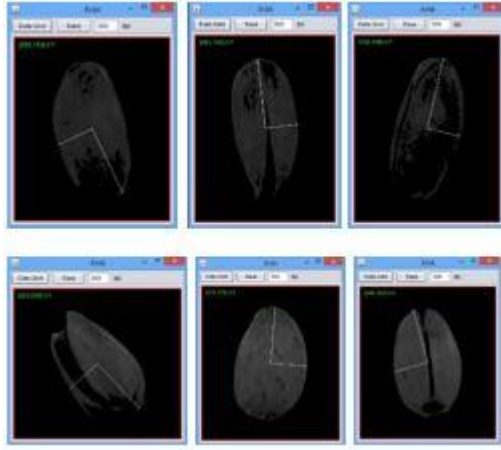
İki fıstık türünün en boy oranı incelendiğinde genel olarak Antep fıstığında bu oran daha büyük olmaktadır. Ancak Şekil 5 incelendiğinde en boy oranı tek başına belirleyici olmadığı ve üst üste çakışmaların meydana geldiği görülmektedir.



Şekil 5. En boy oranına göre Siirt ve Antep fıstıkları arasında meydana gelen üst üste çakışmalar

Burada “en” fıstığın merkezinden geçen ve en büyük uzunluğu veren eksenidir. “Boy” ise bu eksene dik olan ikinci eksenidir. Birinci eksen bulunurken fıstığın merkezi

ile fıstık üzerindeki diğer pikseller arasındaki Öklid uzaklığı hesaplanmaktadır. Bulunan en büyük değer birinci eksenidir. İkinci eksen ise birinci eksene dik olacağından eğimlerinin çarpımı “-1” olmalıdır. Buradan fıstığın merkezinden geçen ve eğimlerinin çarpımı yaklaşık olarak -1’e eşit olan en büyük Öklid uzaklığına sahip eksen ikinci eksenidir.



Şekil 6. Siirt ve Antep fıstıklarının birinci ve ikinci eksenleri

Şekil 6 da Siirt ve Antep fıstıklarının birinci ve ikinci eksenleri verilmiştir. Şekil 6 incelendiğinde belirlenen temel eksenlerde küçük orandaki kaymaların dışında büyük hatalar görülmemektedir.

C. Veri setinin Oluşturulması ve Makine Öğrenmesi Algoritmasının Belirlenmesi

Geliştirilen fıstık besleme ve görüntü alım mekanizması ile 200 Antep fıstığı ve 200 Siirt fıstığı kullanılarak toplamda 1200 imge alınmıştır (burada her bir fıstık için 120 derece açı ile yerleştirilmiş kameralardan 3 imge alınmıştır). Bu imgelerin yarısı (100 Antep fıstığı ve 100 Siirt fıstığı) eğitim için geri kalanı ise test için kullanılacaktır.

İmgelerden belirlenen öznelitlikler çıkarılarak arff formatında veri seti oluşturulmuştur. Veri seti oluşturulurken her bir fıstık için 3 imge olduğundan her bir öznelitlikten 3 farklı değer oluşacaktır. Bunu teke indirmek için her bir fıstık için bulunan değerlerin maksimum olanı alınmıştır.

Veri seti oluşturulduktan sonraki aşama problemi en iyi temsil eden makine öğrenmesi algoritmasının belirlenmesidir. Bunun için Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağı (Multilayer Perceptron (MLP)), NaiveBayes ve J48 algoritmalarının performansı incelenmiştir. Uygulama Java programlama dili ve Netbeans 8.0.2 editörü kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada ayrıca WEKA [11] ve Open Cezeri Library [12] kütüphanelerinden yararlanılmıştır. Tablo 1’de eğitim seti için 10 kat çapraz doğrulama testi yapılarak elde edilen makine öğrenmesi algoritmalarının doğruluk

yüzdeleri ve ortalama mutlak hata değerleri verilmiştir. Tablo 1 incelendiğinde MLP algoritmasının diğer algoritmalara göre daha başarılı olduğu gözlenmektedir. Bu sebepten ötürü test işleminde MLP algoritması temel alınacaktır.

Tablo 1. Makine öğrenmesi algoritmalarının performansı

Sınıflandırıcı	Doğruluk Yüzdesi	Ortalama Mutlak Hata
MLP	%91.5	0.1397
NaiveBayes	%91	0.1401
J48	%87	0.1801

III. UYGULAMA SONUÇLARI

Eğitim aşamasında MLP algoritmasının diğer makine öğrenme algoritmalarına göre ilgili problemde daha başarılı olduğu gözlemlenmiştir. Buradan yola çıkarak test aşamasında MLP algoritması seçilmiştir. Tablo 2’de MLP kullanılarak 200 fıstık için (100 Siirt fıstığı 100 Antep fıstığı) algoritmanın ürettiği değerler verilmiştir. Tablo 2 incelendiğinde algoritma 8 tane Siirt fıstığını Antep fıstığı ve 12 tane Antep fıstığını Siirt fıstığı olarak yorumlamıştır. Genel doğru sınıflandırma başarısı ise %90 olduğu gözlenmektedir.

Tablo 2. Test aşamasında MLP kullanılarak elde edilen karmaşıklık matrisi

MLP	Doğru Sınıflandırma Başarısı : %90
Siirt Fıstığı	Antep Fıstığı
92	8
12	88
	Siirt Fıstığı
	Antep Fıstığı

Tablo 3’de fıstık sınıflandırma esnasında gerçekleştirilen işlemler ve bunların zaman maliyetleri verilmiştir. Daha önceden belirtildiği gibi krank-biyel mekanizması ile sisteme saniyede bir tane fıstık dâhil edilmektedir. Ancak Tablo 3 incelendiğinde teorik olarak saniyede 5 tane fıstığın sınıflandırılabilceği gözlenmektedir.

Tablo 3. Fıstık sınıflandırma esnasında gerçekleştirilen işlemler ve zaman maliyetleri

İŞLEM	SÜRE (3 imge için) (ms)
Görüntü alımı	16
Sabit diske kaydedilmesi	120
Gri dönüşümü	13
ROI matrisinin çıkarılması	8
Eksenlerin tespiti	19
Parlaklık değerinin belirlenmesi	11
Sınıflandırma ve karar verme	6
TOPLAM İŞLEM SÜRESİ	193

IV. SONUÇLAR

Yapılan çalışmada dikey olarak düşen Siirt ve Antep fıstıklarını sınıflandırmak için bir Fıstık Besleme ve Görüntü Alım Mekanizması geliştirilmiştir. Tasarlanan sistem esnek bir yapıya sahip olduğundan farklı gıda ürünleri (fındık, badem, ceviz vb.) için de kullanım özelliğine sahiptir.

Fıstıkları sınıflandırmak için belirlenen öznitelikler kullanılarak test aşamasında %90 oranında doğru sınıflandırma başarısı elde edilmiştir. Çalışmanın devamında sisteme karışık olarak verilen Siirt ve Antep fıstıklarını kalite sınıflarına (çok iri, iri, orta, küçük, kapalı, kabuk vb.) göre ayıran bir sistem geliştirilecektir. Bu esnada da kayıpların oluşacağı düşünüldüğünde genel doğru sınıflandırma başarısı daha da aşağı inecektir. Bu nedenle problemi temsil eden başka öznitelikler belirlenerek sınıflandırma başarısı artırılmaya çalışılacaktır.

Bir fıstığın sınıflandırma zaman maliyeti 193 ms bulunmuştur. Geliştirilen yazılım ile saniyede yaklaşık olarak 5 fıstık sınıflandırılabilir. Ancak geliştirilen FBÜ sisteme saniyede en fazla bir fıstık dâhil etmektedir. Bu nedenle FBÜ'nin yapısı değiştirilerek hızlandırılması gerekmektedir.

BİLGİLENDİRME

Bu çalışma, Tübitak-1005, 113E620 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

- [1] Ghazanfari, A., Irudayaraj, J., Kusalik, A., Romaniuk, M., "Machine vision grading of pistachio nuts using Fourier descriptors", Journal of agricultural engineering research, 68, 3, 247-252, 1997.
- [2] Pearson, T.C., "Detection of pistachio nuts with closed shells using impact acoustics", Applied Engineering in Agriculture, 17, 2, 249- 253, 2001.
- [3] Pearson, Tom. "Machine vision system for automated detection of stained pistachio nuts." LWT-Food Science and Technology 29, 3, 203-209, 1996.
- [4] Ghezelbash, j., Borghaee, A.M., and Minaei, S.M, Automated sorting of closed-shell pistachio nuts using machine vision system, World Applied Sciences Journal 12(11): 1989- 1995, 2011.
- [5] Cooley, James W., and John W. Tukey. "An algorithm for the machine calculation of complex Fourier series." Mathematics of computation 19, 90, 297-301, 1965.
- [6] Stoica, Petre, and Randolph L. Moses., "Introduction to spectral analysis", Vol. 1. Upper Saddle River: Prentice hall, 1997.
- [7] Wold, Svante, Kim Esbensen, and Paul Geladi. "Principal component analysis." Chemometrics and intelligent laboratory systems 2, 1-3, 37-52, 1987.
- [8] Mahmoudi, A., Omid, M., Aghagolzadeh, A., and Borgayee, A. M., "Grading of Iranian's export pistachio nuts based on artificial neural networks", International Journal of Agriculture and Biology, Pakistan, 2006.
- [9] Cetin, A. E., T. C. Pearson, and A. H. Tewfik., "Classification of closed-and open-shell pistachio nuts using voice-recognition technology", Transactions of the ASAE, 47, 2, 659, 2004.
- [10] Omid, Mahmoud. "Design of an expert system for sorting pistachio nuts through decision tree and fuzzy logic classifier." Expert Systems with Applications 38,4, 4339-4347, 2011.
- [11] Hall, Mark, et al. "The WEKA data mining software: an update." ACM SIGKDD explorations newsletter, 11, 1 10-18, 2009.
- [12] Ataş, Musa. "Open Cezeri Library: A novel java based matrix and computer vision framework." Computer Applications in Engineering Education, 2016.

İnsansız Hava Sistemleri için Güzergâh Optimizasyonu

Route Optimization for Unmanned Aerial Systems

Hicran Yılmaz
Mekatronik Mühendisliği
Fırat Üniversitesi
Elazığ, Türkiye
hy.hicranyilmaz@gmail.com

Şengül Doğan
Adli Bilişim
Mühendisliği
Fırat Üniversitesi
Elazığ, Türkiye
sdogan@firat.edu.tr

Erhan Akbal
Adli Bilişim
Mühendisliği
Fırat Üniversitesi
Elazığ, Türkiye
erhanakbal@firat.edu.tr

Gonca Özmen Koca
Mekatronik Mühendisliği
Fırat Üniversitesi
Elazığ, Türkiye
gozmen@firat.edu.tr

Özet— Uzaktan kumanda edilebilen veya uçuş planı önceden tanımlanan İnsansız Hava Araçları (İHA) insan güvenliğini tehlikeye düşürmeden pek çok uygulamada yaygın bir şekilde kullanılabilir. Bu çalışmada, İHA'ların güzergâh planlaması problemi için kullanılabilir bir optimizasyon çözümü incelenmiştir. Çalışma, gerçek hayat problemlerine uygunluğun sağlanabilmesi için 3 boyutlu yüzeyler baz alınarak tasarlanmıştır. Böylelikle gerçek hayat problemleri için İHA'ların hareket planlamasında maliyet ve sürenin optimize edilmesi sağlanmıştır. Bu amacın gerçekleştirilmesi için yaygın kullanılan optimizasyon yöntemlerinden biri olan Genetik Algoritma kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler— İnsansız Hava Sistemleri, Optimizasyon, Rotalama, 3B Genetik Algoritma

Abstract— Unmanned Aerial Vehicle controlled remotely or pre-defined flight plan can be used widely in many applications without compromising human safety. In this study, an optimization solution is examined for the problem of route planning of UAVs.. The study is performed based on 3D surfaces in order to ensure compliance with the real life problems. Thus, the cost and time optimization in motion planning of UAVs are provided for the real life problems. Genetic Algorithm one of commonly preferred optimization method is used to achieve this purpose.

Index Terms— Unmanned Airline Systems, Optimization, Routing, 3D Genetic Algorithm

I. GİRİŞ

İnsansız sistemler; içinde insan bulundurmeyen, hava, kara ve deniz araçlarından oluşmaktadır. İnsansız sistemler otonom olarak kendini yönlendirebilir ya da uzaktan kumanda ile kontrol edilebilir [1-3]. İnsansız sistemler uçak gibi diğer araçlara göre fiyat olarak daha ucuzdur. Bu sistemler daha çok risk durumu yüksek olan görevler için kullanılmaktadır. Böylece yetmişmiş insan kaybının en aza indirilmesi amaçlanmaktadır. Günümüzde kullanılan insansız sistemlere otonom özelliği kazandırılarak insan etkisi daha aza indirilmiştir [1]. İnsansız sistemlere olan bu talebin nedeni insanların gidemediği ya da güvenli olarak gidip

dönülemeyecek yerlere bu sistemlerin gönderilebilir olmalarından kaynaklanmaktadır [4]. İnsansız sistemler:

- Kullanıcı sistemi etkili bir şekilde planlama sürecine sahiptir.
- İhtiyaçlara göre zamana esas değişikliklere uyumludur.
- Karar verici unsurlar için bilgileri doğru ve zamanında paylaşabilir.
- Ağ üzerinde verimli çalışabilir [3,5].

İnsansız sistemler Askeri ve Sivil alanda farklı kullanım alanlarına sahiptirler.

- Askeri kullanımı: İstihbarat, gözetleme ve keşif. Bu kullanım alanlarına örnek olarak mayın tespiti, biyolojik veya kimyasal tehditlerin tespiti, vb. verilebilir.
- Sivil kullanımı: Atmosfer araştırması, Okyanus gözlemleri, Jeolojik araştırmalar, Hava durumu tahmini. Sivil kullanım alanlarına örnek olarak hava tahmini, atmosfer ve okyanuslar hakkında veri toplama, sel izleme, kasırga izleme, afet operasyon yönetimi, felaket durum değerlendirmesi, arama kurtarma, yangınla mücadele, nükleer radyasyon gözleme, deprem gözleme, volkan gözleme, şehirlerin trafik durumunun izlenmesi verilebilir [1,5,6].

Literatürde Uzaktan Kontrollü Uçak, Radyo Kontrollü Uçak gibi isimler ile de anılan İnsansız Hava Araçlarında havacılık, elektronik, elektro-mekanik, bilgisayar ve yazılım gibi disiplinler bir arada kullanılmaktadır. Bu nedenle insansız hava sistemleri yüksek teknolojiye ve son derece karmaşık bir yapıya sahiptir [7].

Son zamanlarda yapılan çalışmalarda İnsansız Hava Sistemleri (İHS) ile tehdit yaratabilecek veya engelli ortamlarda amaca uygun rota planlaması konusu üzerine çalışmalar yapılmaktadır [1]. Teknolojik gelişmelerin sürekli ilerlemesi paralelinde insansız sistemlerin de uygulama alanları genişlemiştir. Bu sistemlerin maliyetlerini azaltmak amacıyla rota planlaması çalışmaları da giderek artmıştır. Yani İHS'lerin kullanımındaki verimliliği ve ekonomikliğini artırmak için rota planlaması probleminin çözüm uygulamaları etkin bir araç

olarak kullanılmaktadır [5]. Özellikle yerleşim yerlerinde ve stratejik görevlerde kullanılan İHA'ların görev zamanlarında karşılaşılan Araç Rotalama Problemleri (ARP) önem arz etmektedir.

ARP birçok sektörde oldukça yüksek maliyetlere sebep olabilmektedir. İHS'lerinin rota planlama problemlerinin verimli bir şekilde çözümünün sağlanması büyük tasarruflar sağlayacaktır. Bu sayede hedeflerin zamanında gözetlenebilmelerine de olanak sağlamış olacaktır [8].

Bu çalışmanın amacı İnsansız Hava Sistemlerinin (İHS) rota planlamasının yapılması ve verimliliğinin artırılmasına yardımcı olmaktır. İHS'nin hedef olarak kullandığı noktalar arasında nasıl bir yol izleyeceği belirlenecektir. Bu rotanın planlama süreci problem olarak ele alınmıştır. Gidilebilecek tüm rota planı alternatiflerinden en iyisinin bulunması amaçlanmaktadır. Bir problemin birden çok çözüm yöntemi olabilir. Önemli olan mümkün olabilecek tüm çözümler arasından en iyi, gerçeğe en yakın ve en verimli çözümün bulunmasıdır. En iyiyi bulma işlemi optimizasyon işlemidir. Optimizasyon uygulamaları için birçok yaklaşım ve bu yaklaşımlara bağlı yöntemler geliştirilmektedir. Bu çalışmada insansız hava sistemleri için en iyi rota planlamasının bulunmasında sezgisel bir yaklaşım olan Genetik Algoritma yöntemi uygulanmıştır. Genetik algoritma yöntemi farklılaştırılarak 3 boyutlu bir geometrik şekil olan küre yüzeyine uygulanmıştır. Bu amaçla ikinci bölümde ARP, üçüncü bölümde bu çalışmadaki problemin çözümünde kullanılan Genetik Algoritma (GA) metodu, dördüncü bölümde geliştirilen uygulama çalışması, son bölümde ise sonuç ve öneriler sunulmuştur.

II. ARAÇ ROTALAMA PROBLEMİ

Araç Rotalama Problemi (ARP), belirli bir noktadan başlanması suretiyle farklı noktalara en kısa süre ve en düşük maliyetle minimum sayıda araç ile uğranılmasını eniyileyen problemidir [9]. ARP'nin amacı taşıma maliyetlerini azaltmak ve en kısa sürede verilen görevi tamamlamaktır. Böylece verimliliğin artmasının sağlanması amaçlanmaktadır. Bu artışın sağlanması için bir veya birden fazla aracın izlemesi gereken en iyi yol güzergâhı bulunmalıdır [10]. Farklı bir tanımlama yapılacak olursa ARP, coğrafi konumları itibarıyla dağınık bulunan müşterilere hizmet vermek için tanımlanan araçların optimum dağıtım veya toplama güzergahlarının tasarlanması problemidir [9].

Rota planlaması yapılmasındaki temel amaç; sonsuz sayıda bulunabilecek çözümler içerisinde en iyiye yakın çözüme ulaşmaktır. Sürekli bir yapısı bulunan araç güzergâhının sonsuz sayıda çözüm kümesi elemanı içermesi, çözüm uzayını kesikli yapıya dönüştürmeye yönlendirmektedir. Bu şekilde çözümün elde edilmesi için de sezgisel yöntemler uygulanmaktadır.

İnsansız hava sistemlerine ait görev planlamasından bahsedildiği zaman ilk akla gelen rota planlaması yani güzergâh planlamasıdır. Rota planlaması yapılırken bir aracın belirli bir başlangıç noktasından başlayarak araca engel olarak tanımlanan noktalara uğramadan hedef olarak belirlenmiş noktalardan geçerek bitiş noktasına varma sürecinin kapsamı ele alınır. Burada engel noktalar tehlikeli alanlar, bulunan konumdan aşırı uzaklıkta veya yükseklikte bulunan noktalar,

düşman tarafından engel koyulan noktalar veya korunmakta olan alanlar olabilir.

İnsansız hava sistemlerinin rota problemi için temel unsurlar;

- Başlangıç noktası; sistemin rotayı izlemeye başlayacağı ilk konum,
- Hedef; sistemin bulunduğu konumdan bir sonra gideceği nokta veya alan,
- Boş uçuş yolu; sistemin iki hedef arasında geçiş yaparken izlediği yol,
- Bitiş noktası; sistemin son olarak uğradığı veya uğrayacağı hedef noktadır.

İHS rota planlaması problemi belirli koordinatlara sahip bir arazi üzerine konumlandırılmış İHS'lerinin, bu alan üzerinde tanımlanmış hedef noktalarını veya alanlarını bazı kısıtlar (yakıt, menzil vs.) altında gezecekleri sırayı içeren güzergâhı belirleyen algoritmayı geliştirmektir [7].

Araç rotalama problemlerinin çözümü için genelde sezgisel yöntemler kullanılmaktadır. Fakat çözüm zamanı düşük olan küçük problemler için klasik metotlar da kullanılmaktadır. Literatürdeki uygulamalara bakıldığında bilişim teknolojisi alanındaki gelişmelere paralel olarak yapılan çalışmaların birçoğunda sezgisel tekniklerden yararlanıldığı görülmektedir [8].

İHS'ler için rota planlama çok önemli bir konudur. Özellikle İHS'lerine birden fazla görev verildiği durumlarda verimin artırılması zamandan tasarruf sağlanması adına yol planlaması daha büyük önem arz etmektedir. Birden fazla çözüme sahip olduğu için de rota planlama optimizasyon problemi haline gelmiştir. Bu tip olasılıksal problemlerin çözümünde GA sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Bu çalışmada da GA ile 3 boyutlu rota planlama problemi uygulama olarak ele alınmıştır [6].

III. GENETİK ALGORİTMA

Darwin'in "doğal seçim" prensibine dayanan genetik algoritma yöntemi, doğada var olan evrimsel süreç baz alınarak modellenmiş bir arama ve eniyileme algoritmasıdır. Genetik algoritma mevcut probleme tek bir çözüm sunmak yerine bir çözüm uzayı oluşturur. Böylelikle çözüm uzayında farklı yapılardan meydana gelen farklı çözüm noktalarına ulaşılabilir [13].

Genetik algoritma yönteminde olası çözüm kümesi popülasyon olarak adlandırılır. Popülasyonlar ise yapı taşı gen olan birey veya kromozom olarak tanımlanan yapılardan oluşur. Genetik algoritmada probleme ait en iyi çözümün bulunabilmesi problemin uygun şekilde modellenmesine ve oluşturulacak gen-kromozom yapısına dönüştürülmesine bağlıdır. Başlangıç popülasyonunda genetik çeşitliliğin sağlanması için çaprazlama ve mutasyon olarak adlandırılan genetik operatörlere ihtiyaç duyulur. Çaprazlama; Şekil 1'de gösterildiği gibi popülasyondan seçilen bireylerin belirli noktalarındaki gen bloğunun yer değiştirmesi ile yeni bireylerin oluşması sürecidir [13,14].

1	0	0	1	0	1	1	1	Ebeveyn 1
1	1	0	0	1	1	1	0	Ebeveyn 2
1	0	0	0	1	1	1	0	Çocuk 1
1	1	0	1	0	1	1	1	Çocuk 2

Fig. 1. Çaprazlama işlemi

Aynı şekilde mutasyon işleminde de popülasyondaki bir bireyin belirli bir veya birkaç geninin değiştirilmesi ile yeni bireyler oluşturularak popülasyonda çeşitliliğin oluşturulması sağlanır. Mutasyon işlemi Şekil 2’de gösterilmiştir.

1	1	0	1	0	1	1	1	Ebeveyn 1
1	1	0	0	0	1	1	1	Çocuk 1

Fig. 2. Mutasyon işlemi

Genetik algoritmadaki önemli faktörlerden biride uygunluk fonksiyonudur. Uygunluk fonksiyonu her bireyin çözüm kalitesi hesabıdır. Genetik algoritma yönteminde uygunluk fonksiyonu yüksek olan bireylerin popülasyondaki diğer bireyler ile çöğalıp uygunluk değeri daha iyi bireylerin oluşturulması hedeflenir. Böylelikle seçme kriteri ile her bir iterasyonda uygunluk değeri düşük bireylerin seçilme olasılığı azaltılarak hedeflenen çözüm uzayına ulaşılmaya çalışılır [14].

IV. GENETİK ALGORİTMA YÖNTEMİNİN 3B YÜZEYLER İÇİN UYGULANMASI

İnsansız hava sistemleri; askeri alanlar, sel, yangın gibi görevin kritik olduğu alanlarda büyük öneme sahiptir. Bu gibi alanlarda görevlerin yerine getirilmesi öncelikli olmasına rağmen insan kaybı riskine sebep olmaması da günümüzde insansız hava sistemlerinin yaygın kullanılmasına sebep olmaktadır. Şekil 3’de temsil edildiği gibi yerleşim yerlerinde veya tanımlanan alanda ortaya çıkacak olası bir durumda uzaktan kumanda ve önceden tanımlanan uçuş planı ile problemlere çözüm bulunması amaçlanmaktadır.

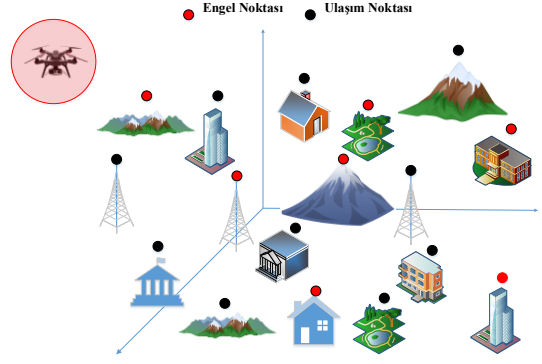


Fig. 3. Yerleşim yerlerinde engel ve ulaşım noktası gösterimi

Kritik durumlarda örneğin askeri hava görevlerinde başarı sağlanması için zaman ve görevin tam icrası önemlidir. İnsansız hava sistemlerinin keşif ve gözetim gibi görevlerinde doğru görüntülerin hızlı bir şekilde aktarılması başarılı bir sonuç için gereklidir. Burada teşhis edilecek hedeflerin fazla olması ve görevlendirilen insansız hava sistemlerinin sayısının artması ile bir planlama yapılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Hedef ve sistem sayısının artışı çözüm sayısında da artışa neden olmaktadır. Bu çözüm sayısındaki artış performans açısından düşük çözümleri de bulundurmaktadır. Bu gibi verimi düşük performanslar yerine mümkün çözümlerden en iyisinin bulunması gerekmektedir. Bunun için bilinen hedeflere uygun rota planlama çalışmaları yapılmaktadır. Rota planlama çalışmalarında üretilen çözümlerden en iyisinin bulunması için GA yöntemi kullanılmıştır. GA yönteminde tek bir çözüm üretilmemektedir. Bunun yerine farklı çözümleri barındıran bir çözüm uzayı bulunur. Bu şekilde çözüm uzayında birden fazla değerlendirme yapıp en iyi sonuca ulaşma ihtimali de artmaktadır.

Genetik algoritma sezgisel bir yöntem olup optimizasyon problemlerinde kullanılan bir yöntemdir. Bu çalışmada GA küre yüzeyine uygulanmıştır. İnsansız hava sistemlerinin hedef olarak gördükleri noktalar yeryüzünde bulunmaktadır. Bu hedefler engebeli yani yüksekliği ya da derinliği olan noktalar olabilir. Bu nedenle yükseklik ve derinlik hesaplamalarının da işlemlere yansıtılacağı bir küre yüzeyinde çalışmak daha doğru sonuçlar elde etmemize fayda sağlayacaktır. Küre yüzeyi insansız hava sistemlerinin hedefi olan yeryüzündeki noktaların temsili için dünya şekline benzerliği açısından kullanılmıştır. Bu benzerlik sayesinde iki boyutlu ya da farklı benzetimlerden kaynaklanan hata payının en aza indirilmesine çalışılmıştır.

Çözüm için geliştirilen algoritma MATLAB R2014a ile kodlanmıştır. Rota planlaması algoritmasına ait işlem adımları şu şekilde verilmiştir.

Adım 1: Değişken tanımlaması yapılır. Değişkenler hedeflerin üç boyutta alınan koordinat değerleridir.

Adım 2: Hedef noktalar arasındaki mesafe (Y) hesabı denklem 1-4 kullanılarak yapılır [11-12]. Birim küre yüzeyi baz alındığında en kısa yol yay uzunluğu ile tanımlanmaktadır.

$$\alpha = \arccos(\vec{v1} \cdot \vec{v2}) \quad (1)$$

$$\vec{v1} \cdot \vec{v2} = |\vec{v1}| \cdot |\vec{v2}| \cdot \cos \alpha \quad (2)$$

$$\vec{v1} \cdot \vec{v2} = P_{1x} \cdot P_{2x} + P_{1y} \cdot P_{2y} + P_{1z} \cdot P_{2z} \quad (3)$$

$$Y = (2 \cdot \pi \cdot r \cdot \alpha) / 360 \quad (4)$$

Adım 3: Rastsal bir başlangıç popülasyonu oluşturulur.

Adım4:Başlangıç popülasyonuna genetik algoritma operatörleri olan seçim, çaprazlama ve mutasyon işlemleri uygulanarak yeni çözümler üretilir.

Adım 5: Üretilen çözümlerin uygunluk değeri hesaplanır.

Adım 6: Algoritma durdurma kriteri ya da iterasyon sayısını sağlayıncaya kadar devam eder.

Elde edilen çözüm tüm çözümlerin bulunduğu çözüm uzayındaki optimum çözüm yani en iyi rota planıdır.

V. DENEYSEL SONUÇLAR

Bu çalışmada askeri hava görevlerinde rota planlaması için kullanılabilecek bir optimizasyon problemine çözüm aranmıştır. Çalışmada dünya yüzeyine benzerliği nedeniyle küre yüzeyi kullanılmıştır. Problemin çözümünde küre yüzeyi x,y,z eksenlerinde 100,250,500 birim seçilmiştir. Küre yüzeyi üzerinde [10-50] noktalar seçilerek rota planlaması için yapı oluşturulmuştur. Oluşturulan yapıda seçilen 10 düğüm noktası için koordinatlar ve engel noktaları Tablo 1’de verilmiştir. Engel noktaları kalın font ile Tablo 1’de belirtilmiştir.

TABLE I. BELİRLENEN KÜRE YÜZEYİNDE 10 DÜĞÜM NOKTASI İÇİN 100x100x100 BOYUTLU YÜZEYDE ULAŞIM VE ENGEL KOORDİNATLARI

	100x100x100			250x250x250			500x500x500		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	82	20	74	29	45	128	250	100	50
2	74	90	32	197	225	104	130	226	468
3	26	32	10	45	32	149	58	410	244
4	68	10	26	185	205	50	194	58	400
5	74	20	82	137	185	234	436	298	90
6	98	50	36	32	149	45	340	34	338
7	74	90	68	65	18	149	370	100	410
8	10	74	32	233	106	185	100	130	410
9	64	2	50	233	65	106	442	180	106
10	68	90	26	50	125	225	34	162	160

Belirlenen koordinatlara göre 100, 250, 500 birim boyutlarındaki yüzeylerden elde edilen optimum mesafeler Tablo 2’de verilmiştir.

TABLE II. BELİRLENEN BOYUTLARDAKİ YÜZEY İÇİN FARKLI DÜĞÜM SAYILARINDA ELDE EDİLEN OPTİMUM MESAFE DEĞERLERİ (x10³).

Boyut	100x100x100				
Düğüm Sayısı	Evrin Sayısı				
	20	40	60	80	100
10	0.2299	0.1320	0.0798	0.0676	0.0503
20	0.7068	0.6654	0.6474	0.6258	0.6162
30	1.1131	1.0582	1.0435	1.0116	1.0001
40	1.5514	1.4631	1.4339	1.4294	1.4069
50	2.1116	2.0443	1.9962	1.9785	1.9717
Boyut	250x250x250				
Düğüm Sayısı	Evrin Sayısı				
	20	40	60	80	100
10	0.5255	0.4448	0.3976	0.3464	0.3443
20	1.6211	1.5465	1.5156	1.4800	1.4239

30	2.8999	2.8443	2.7468	2.6883	2.6733
40	3.8964	3.7288	3.6921	3.6829	3.5835
50	5.4342	5.2774	5.1901	5.1011	5.0667
Boyut	500x500x500				
Düğüm Sayısı	Evrin Sayısı				
	20	40	60	80	100
10	0.9626	0.7879	0.5933	0.4574	0.3650
20	3.3887	3.1740	3.0991	3.0296	2.9717
30	5.4204	5.1481	5.0377	4.9101	4.7799
40	8.3022	8.0437	7.9621	7.7696	7.6722
50	10.741	10.353	10.159	10.008	9.7764

Tablo 2’de [10:10:50] düğüm noktaları (ulaşım ve engel noktaları) için [20:20:100] evrim sayısında toplam mesafenin azaldığı görülmektedir. Şekil 4’de 30 düğüm noktası için belirlenen evrim sayılarında elde edilen mesafe uzunlukları gösterilmiştir.

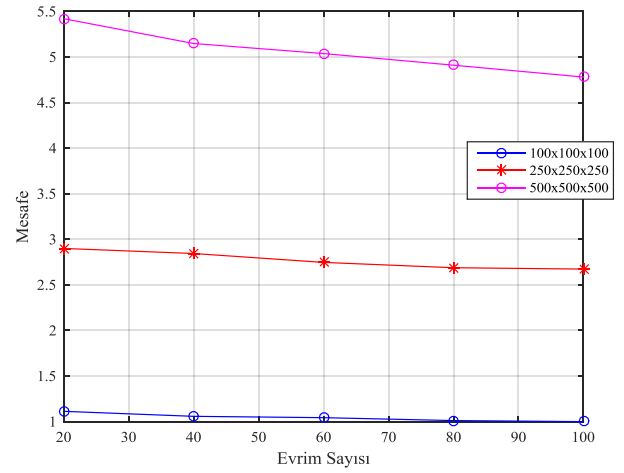


Fig. 4. 30 düğüm noktası için elde edilen mesafe uzunlukları

Aynı zamanda belirlenen düğüm noktaları için ortalama mesafe uzunlukları Şekil 5’de verilmiştir.

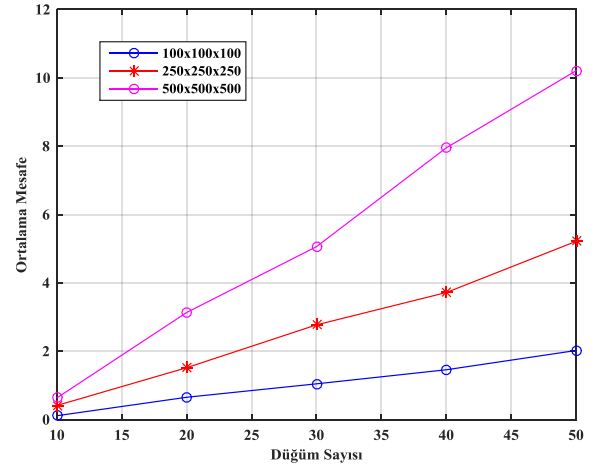


Fig. 5. Belirlenen düğüm noktaları için elde edilen ortalama mesafe uzunlukları

VI. SONUÇLAR

İnsansız hava araçları, insan kaybının yaşanabileceği kritik görevlerde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Özellikle kablosuz ve ağ iletişimindeki gelişmeler bu cihazlara güvenlik uygulamaları, haritacılık, gözetleme ve keşif gibi alanlarda farklı roller yüklemiştir. Uzaktan kontrol veya önceden tanımlanmış belirli bir uçuş planı sayesinde hareket edebilen insansız hava araçları insan ölümlerine neden olabilecek pek çok farklı sektörde güvenle kullanılabilir.

Bu çalışmada insansız hava araçlarının kritik görevlerde kullanılması esnasında en önemli faktörlerin başında gelen süre ve maliyetin iyileştirilmesi için rota planlaması üzerine bir çalışma sunulmuştur. Dünya yüzeyine benzerliği nedeniyle çalışmada küre yüzeyi kullanılmıştır. Genetik algoritma yöntemi ile farklı boyutlardaki küre yüzeyi üzerinde belli düğüm noktaları alınarak optimum mesafe hesabı elde edilmiştir. Gelecek çalışmalarda uygulamanın farklı optimizasyon yöntemleri ile başarımının ölçülmesi planlanmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] N. Özalp, "3 Boyutlu Arazi Üzerinde Çoklu Otonom İnsansız Hava Aracı Rota Planlaması," Yüksek Lisans Tezi, Hava Harp Okulu Havacılık Ve Uzak Teknolojileri Enstitüsü, Temmuz 2013.
- [2] C. Gencer, K.E. Aydoğan, S. Kocabaş, "İnsansız Hava Araçlarının Rota Planlaması İçin Bir Karar Destek Sistemi", Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Dergisi, 8(2), 59-73, 2009.
- [3] C. Ercan, C. Gencer, "İnsansız Hava Sistemleri Rota Planlaması Dinamik Çözüm Metotları Ve Literatür Araştırması", S.Ü. Müh. Bilim ve Tekn. Derg., c.1, s.2, 51-72, 2013.
- [4] R. Aksoy, S. Kurnaz, "İnsansız Kara Araçları Ve Muharebe Gereksinimleri", Havacılık Ve Uzak Teknolojileri Dergisi, c.4.,s.1.,1-10, 2009.
- [5] Z. Goraj, "Civilian Unmanned Aerial Vehicles – Overview Of European Effort and Challenges for the Future," Aviation Journal, Vilnius, VII (1), 3-15, 2003.
- [6] SSM 2011-2030 Türkiye İHA yol haritası, http://www.ssm.gov.tr/_layouts/images/İHA_ekatalog_web/index.htm
- [7] H. Aydemir, "İnsansız Hava Araçlarının Rotalama Problemi İçin Simülasyon Tabanlı Karar Destek Sistemi," Doktora Tezi, Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü Harekat Araştırması Ana Bilim Dalı, Ankara, 2014.
- [8] C. Ercan, C. Gencer, "Dinamik İnsansız Hava Sistemleri Rota Planlaması Literatür Araştırması ve İnsansız Hava Sistemleri Çalışma Alanları," Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 19, Sayı 2, 104-111, 2013.
- [9] B. Pakkan, M.Ermiş, "İnsansız Hava Araçlarının Genetik Algoritma Yöntemiyle Çoklu Hedeflere Planlanması," Havacılık Ve Uzak Teknolojileri Dergisi, Ocak 2010, Cilt 4, Sayı 3 (77-84).
- [10] M. Eryavuz, C. Gencer, "Araç Rotalama Problemine Ait Bir Uygulama," Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Yayınlanmamış Y. Lisans Tezi, Isparta, 2001.
- [11] M. Çetin, "Gezgin Satıcı Örnek Problemlerinin Optimum Sonuçlarının Grid Aracılığı İle Hesaplanması," Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Balıkesir, 2007.
- [12] A. Uğur, S. Korukoğlu, A. Caliskan, M. Cinsdikici, A. Alp, "Genetic Algorithm Based Solution for Tsp On A Sphere, Mathematical and Computational Applications," Vol. 14, No. 3, pp. 219-228, 2009.
- [13] T. Altıntop, "Genetik Algoritma ile Dilsel Özetlerin Çıkarılması", Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Y. Lisans Tezi, Ankara, 2015.
- [14] V. Altıntaş, "Genetik Algoritma ile Baskı Devre Yerleşim Optimizasyonu", Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Y. Lisans Tezi, Isparta, 2014.

Akıllı Bir Şehir Olarak Malatya'da Kullanılabilecek Akıllı Etmenler

Mehmet Burak Pektekin

İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-
Elektronik Mühendisliği Bölümü,
Malatya, Türkiye
mehmetburakpektekin@gmail.com

Asım Kaygusuz

İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-
Elektronik Mühendisliği Bölümü,
Malatya, Türkiye
asim.kaygusuz@inonu.edu.tr

Abstract— In these days, it's really getting complicated and hard to live in cities. There are lots of reasons for this situation. For example; air pollution, global warming, infrastructural and superstructural problems. These problems cause not only time and energy wasting but also difficulty in human life. It affects the image of the city in a bad way. Smart city system's aim is to surge and solve these kinds of problems and to improve a city for living in better conditions. One of the results of this system is to minimize the daily life stress and lead the humanbeing to be more effective. Like all cities Malatya also needs to get advantage of this technology and be a regular city. In this topic, smart items which are used in smart cities have been taken into considiration. It also given suggestions for Malatya.

Anahtar Kelimeler— Smart cities, Smart grid, Smart systems, Intelligent agents.

Özet— Günümüzde şehirlerimiz gittikçe daha karmaşık yaşanması zor hale gelmiştir. Bu durumun sebepleri arasında hava kirliliği, küresel ısınma, altyapı ve üstyapıda meydana gelen problemler bulunmaktadır. Bu problemler vakit ve enerji kaybı dışında insanların hayatını da zorlaştırmakta ve şehrin çehresini bozmaktadır. Akıllı şehir sistemi ise bu sıkıntıları en iyi şekilde tarayıp çözmeyi ve daha yaşanabilir bir şehir geliştirmeyi amaçlamaktadır. Günlük yaşamın stresini azaltarak insanların da daha verimli olması bu sistemin en küçük olumlu sonuçlarından biridir. Bütün şehirler gibi Malatya'nın da bu teknolojiyen yararlanması ve düzenli bir şehir olması gerekmektedir. Bu çalışmada akıllı şehirler için kullanılan akıllı etmenler ele alınmış ve Malatya şehri için uygulanabilir olması için öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler— Akıllı Şehirler, Akıllı Şebekeler, Akıllı Sistemler, Akıllı etmenler.

I. GİRİŞ

Gün geçtikçe bütün sistemler akıllı hale gelmeye başlamıştır. Akıllı şehirler de bunlardan birisidir. Akıllı şehirlerin planlanması ve sürdürülebilir hale gelmesi günümüzde ve yakın gelecekte belediyelerin ve yerel yönetimlerin bir problemi olacaktır. Bu yüzden önemli çalışma konularından birisi olacağı görülmektedir. Akıllı şehirler yalnızca teknolojik şehirler değildir. Aynı zamanda yaşanabilirlik, erişim, trafik ve çevresel sorunlarından kurtulmak için tüm paydaşların birlikte hareket ettiği şehirlerdir. Bu çalışmada, bir şehrin akıllı şehir olabilmesi için gerekli özellikleri, bu sistemlerin ekipmanlarını irdeleyip; akıllı şehirler perspektifi içerisinde Malatya'nın şu anki durumu ve tam bir akıllı şehir olabilmesi için çözüm önerilerini göstermektedir. Bu konuda öneri sunma amacımız şehrimizi küresel ısınmaya karşı duyarlı, gerek altyapı gerekse üst yapı sistemleri ile kontrolü kolay, teknolojik araçlar ve ürünlere açık, daha güvenli ve yaşanabilir bir yer haline getirmektir. Bir şehirde küresel ısınmaya sebep olan etmenler bu etmenlerin nasıl bertaraf edilebileceği veya şehrin yararına kullanılabileceği incelenecektir. Gelişmiş şehirlerdeki altyapı ve üstyapı sistemleri incelenerek bu sistemlerin Malatya'ya uygulanabilmesi için gerekenleri ve sistemlerimizin nasıl daha sade ve daha ulaşılabilir olabileceği ile ilgili çalışmalar sunulacaktır. Bu çalışmalar ışığında şehrimize akıllı bir çehre katarken aynı zamanda teknolojiye açık bir kentin bizlere getirilerini de incelenmiştir. Şehrin belirli yerlerinde kullanılan Mobese sistemleri de bu konuda kullanacağımız ekipmanlardan biri olacaktır. Bu sayede güvenlik artırılırken aynı zamanda hızlı ve kolay ulaşım sağlanacak yakıt tüketimi ve zararlı gaz salınımı azalacaktır. Akıllı yerleşme konusu da incelenecek önemli konulardan biridir. Ulaşım ile ilgili çözüm çalışmaları yanında park sorunlarına da değinilecektir. Bütün bu konular incelenirken aynı zamanda bu sistemlerin entegrasyonu ve şehrin kontrolünün sağlanması amaçlanmıştır. Akıllı bir şehir için gereken en önemli parçalardan biri olan akıllı şebekeler de bu konu içerisinde yer alacaktır. Şekill'de akıllı şehirde olması gereken etmenler verilmiştir.



Şekil 1 Akıllı Şehirler ve Etmenleri [8]

En iyi akıllı şehir planlaması bu etkenlerin hepsinin bir arada olması ve azami ölçüde bu etmenlerden faydalanılması ile meydana gelecektir. Aynı zamanda vatandaş odaklı çalışma da bu sistemlerin uygulanmasını kolaylaştıracaktır. Buradaki etmenlerin uygulanması şu şekilde olmalıdır.

II. AKILLI ŞEHİRLERDE OLMASI GEREKEN ETMENLER

A. İletişim Etmeni

İletişim sistemi Akıllı Şehirlerde, bilgi iletişim teknolojilerinin yardımı ile vatandaşların ve kamu kuruluşlarının işlerini ve işleyişini kalıcı bir şekilde kolaylaştırmak için yapılan uygulamalar bütünüdür. Bunun için farklı yollardan (sensörler, taşıtlar vb.) toplanan verileri işlenir ve anlamlandırarak ileriye dönük kararlar almayı sağlar.

Bunlara örnekler vermek gerekirse; sensörler ve Mobese yardımı ile hem park ücretlerini hem de boş park yerlerini gösteren akıllı telefon uygulamaları yazılarak hem park sorununu hem de park ücretini düzenlenebilir. Buna benzer olarak trafik kontrolü ve yoğun arterlerdeki yükü hafifletmek amacı ile trafik ışıklarının sürelerini değiştirerek yol stresini azaltan ve düzeni sağlayan uygulamalar kullanılabilir. En önemlisi de acil durumlarda ambulansın geçiş güzergahını düzenleyen trafik ışık sistemi gibi sistemler kullanılabilir.

Aynı zamanda iletişim sistemleri bütün akıllı etmenleri birbirine bağlayan sistem olacaktır. Bu sistem ile akıllı yönetim sağlanacaktır. Öneminden dolayı yedek hatları ve el ile kontrol edilebilen parçaları bulunmalıdır. Bütün sistemin temeli olması nedeniyle güvenliği de çok önemlidir. Katmanlı güvenlik yapıları ile korunmalı ve kesintisiz olmalıdır.

B. Sağlık Etmeni

Bu etmen aslında en çok ilgilimiz olan ve bizi etkileyen sistemdir. Akıllı şehirler sayesinde yakıt tüketimleri, karbon emisyonları azaldığı için ve acil durum koordinasyonu sağlandığı için daha huzurlu günler göreceğimiz barizdir. Bunların yanı sıra akıllı aydınlatma sistemleri ile trafik güvenliğini de sağlayarak gece yolculuklarında kaza riskini azaltmış olacağız. Bu etmen akıllı şehir sisteminin bir girdisi değil çıktısı konumundadır.

C. Vatandaş Etmeni

Vatandaşlar bu sistemin hem en önemli hem de en küçük parçalarıdır. Vatandaşların sistemin gereklerini bilerek ona göre tüketim yapmaları hem akıllı şebeke sisteminin kullanımını kolaylaştıracak hem de düzenin kurulması ve devam etmesi hususunda önemli rol oynayacaktır. Akıllı şebeke sisteminde yükün tahmin edilebilir ve tüketicinin bilinçli olması santral ve hatların ona göre yüklenmesini yorulmamasını ve rahatlamasını sağlayacaktır. Bilinçli kullanım ile birlikte bazı zor durumlarda ithal ettiğimiz elektrik gücünü azaltarak ülkemiz ekonomisi üzerindeki yük azalacaktır.

Akıllı bir şehrin en önemli etmenlerinden biri de engelli vatandaşlar için hayatı ne kadar kolaylaştırdığıdır. Bunun için düzenli yollar ve sesli uyarı sistemleri kullanılabilir.

D. Yönetim Etmeni

Bir şehrin akıllı şehir olabilmesi için bütün etmenlerin kusursuz bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Yönetici sistemi çok iyi okuyup analiz edebilmeli ve sorunları düzeltebilmelidir. Akıllı etmenler arasındaki önceliği iyi kurmalı ve kullanılmalıdır. Acil bir durumda ambulans giderken trafik yoğunluğuna göre o yolun trafik akışını düzenlemek akıl karı değildir. Bu ve benzeri sıkıntılar yaşanmaması için yönetim iyi düşünülmeli ve çalışmalıdır.

Veri yönetimi, yönetim etmeninin en önemli parçasıdır. Elde edilen veriler en iyi şekilde analiz edilmeli, kullanılmalı ve saklanmalıdır.

Yerel yönetim ve yöneticilerimize de bu konu altında yer verecek olursak altyapı ve üstyapı kurumlarının yöneticileri iletişim içerisinde akıllı şehir konseptine uygun planlar üzerinde çalışmalı, üretmeli ve üst düzey koordinasyon içerisinde hareket etmelidir.

E. Ulaşım Etmeni

Ulaşım etmeni bir akıllı şehrin en nemli parçalarından biridir. Özellikle de ulaşımın artık uzun zaman aldığı ve trafik karmaşasının insanlara süresinden dolayı vakit, aracın çalışmasından dolayı yakıt ve karbon emisyonundan dolayı sağlık kaybına neden olacağı açıktır. Koordine edilmiş yollar aksamadan akan trafik ve kolay park yeri bulma herkesin isteyeceği imkanlardır. Bütün bunların hepsini akıllı sistemler ve uygulamalar ile sağlamak mümkündür. Mobeseler ile koordineli çalışan yoğunluğa göre ışık sürelerini düzenleyen

bir sistem ile hepsini birden iyileştirilirken aynı zamanda acil durum koordinasyonu da sağlanmaktadır. Mobeseler, sensörler, trafik ekiplerinin anlık girdileri ile sürücüler her an her yoldan haberdar olabilir ve buna göre rotalarını düzenleyebilir.

Çoğu yerde yeni yollar yapmak ve yeni şeritler eklemek mümkün değildir, ancak yol kenarlarındaki algılayıcılar ve küresel konumlandırma sistemleri yardımıyla yolları ve otomobilleri daha akıllı hale getirmek mümkün.

F. Enerji Etmeni

Bu etmen bizim ve ülkemizin ekonomisini en önemli ölçüde etkileyen etmendir. Enerjinin akıllı üretilip tüketilmesi ile zor durumlarda yapılan enerji ithalatları ortadan kalkacak ve bütçemiz rahatlayacaktır. Akıllı bir şehir akıllı bir şebeke ile kurulur. Akıllı şebeke manevra kabiliyeti yüksek ve acil durumlara hızlı cevap verebilen, tüketicilerini koruyan ve onlara temiz bir enerji ulaştıran sistemdir. Enerjinin temiz olması hem üretim aşamasında karbon emisyonunun azaltılması hem de dağıtım aşamasında ani devreye giriş çıkışların etkisini en aza indirerek harmoniklerin düşürülmesi demektir.

G. Altyapı Etmeni

Altyapı etmeni akıllı bir şehrin olmazsa olmazları arasındadır. Bir yapının su ve elektrik hatları için kazı yaptığınızda birçok farklı kaza ortaya çıkabilmektedir. Su hattının patlaması, elektrik hattının zarar görüp tüketiciye maddi zarar vermesi bu sıkıntılardan sadece birkaçıdır. Fakat altyapısı koordineli olan ve geniş koridorlar halinde uzanan bir şehirde sıkıntılar minimum düzeye inmekte müdahaleler hızlıca yapılabilmekte ve yeni yapılacak imalatlar kolayca yapılabilmektedir. Geniş tüneller ile doğalgaz, elektrik, su, telefon ve kanalizasyon hatlarının ayrılması çalışmayı kolaylaştırırken aynı zamanda her arızada meydana gelen maddi kayıpları düşürecektir.

İşlevsel aydınlatma sistemleri kullanılarak trafik kazaları azaltılacak, şehrin estetiği ve can güvenliği artacaktır.

H. Bina Etmeni

Enerjisinin bir kısmını kendisi üreten aynı zamanda içerisindeki insanlara maksimum konfor yaşatan bunu yaparken de hem maliyeti düşüren hem de hayatı kolaylaştıran binalar akıllı şehirlerde olması gereken yapılardır. Havayı kirliletmeyen, atıklarını ayıran ve bütün çıktılarını enerjiye çeviren binalar hem enerji üretiminde hem de tüketimin azalmasında çok önemli bir yere sahiptir.

III. DÜNYADAN AKILLI ŞEHİR ÖRNEKLERİ

Akıllı bir şehir olmak için geç kaldığımız söylenemez fakat dünyada birçok şehir bu konuda almış yürümüş durumda. Bu

şehirlerin yaptıkları yatırımlar ve sonuçları da bize akıllı şehir sisteminin önemini gösteriyor. Bu konuda dünyada önde gelen şehirler ve yaptıkları sistemler incelenecektir.

A. Malta

400.000 kişilik nüfusu olan Malta, küçük bir ülke olmasını bir avantaj olarak kullanarak ilk akıllı şebeke ülkesi olmuştur. Temiz su ihtiyacından dolayı kullanılan su arıtma yöntemleri çok fazla enerji kullanımı gerektiren ülkede, toplanan veriler temiz su elde edilmesi işleminde harcanan enerjinin, genel enerji kullanımının %75'i gibi büyük bir kısmına denk geldiğini göstermektedir.

Kamu hizmet birimlerinin girişimi sayesinde, su ve güç sistemleri tamamen değiştirilmiştir. Elektrik altyapısı için artık eskiyen 250.000 analog ölçüm cihazı, akıllı ölçüm cihazları ile değiştirilmiştir. Gerçek zamanlı enerji tüketimini takip etmek için internet bağlantısı araçları da sisteme eklenmiştir. Ayrıca kullanıcıların önceden ödemeli tarife seçerek masraflarını kontrol edebilecekleri projenin 2012'de bitmesi planlanmıştır.

Bu proje sayesinde enerji etkinliği artacak, elektrik kullanım yönetimi ve takibi mümkün olacak, ayrıca hem müşterilerin hem de servis şirketlerinin kullanımları anlık olarak belirlenebilecektir.

B. Şikago

1960'larda tavan yapan yapılaşma ve nüfus yoğunluğu sebebiyle yeşil de olsa yeni bina yapılamıyor oluşu Şikago'yu halihazırdaki binalarını iyileştirmeye itmiştir. Bu iyileştirme çalışmaları içinde binalara güç üretimi tesisleri eklenmiş ve düzenli olarak enerji tasarrufu yenilikleri takip edilerek kullanılmıştır. Şehrin tüm güç elemanları altyapısını dönüştürmek için BOMA (Building Owners and Managers Association/Bina Sahipleri ve Yöneticileri Derneği), emlak yönetimi kuruluşları ve ISTC (Illinois Science and Technology Coalition/İllinois Bilim ve Teknoloji Ortaklığı), bir AR-GE kuruluşu, ve bu konu ile ilgilenen diğer kuruluşlar ortaklık sağlamıştır. Bu dönüşümü sağlamak için maddi kaynaklar bulan bu kuruluşlar sayesinde, 2009'da bazı pilot binalara akıllı şebeke altyapısı uygulanmaya başlanmıştır.

C. Boulder

Colorado'nu bir vilayeti olan Boulder, tek seferde 45.000 haneye akıllı şebeke uygulamıştır ve bu nedenle Akıllı Şehir sayılmaktadır. Xcel Energy ve valilik ortaklaşması ile oluşturulan bu projede 1. aşama dönüşümünden sonra, her evde internetle ve diğer cihazlarla iletişim halinde bir ölçüm cihazı bulunacaktır. Kullanıcılar bu cihazlardan alınan verilerin görüntülediği ekranlardan ve Xcel Energy'nin internet sitesinden güç kullandıklarını takip edebilecekler. Böylece problem yaşanan noktalar tespit edilebilecek ve hemen bakıma alınabilecektir. Boulder'daki 2006 ve 2009 yılları arası yapılan akıllı şebeke uygulamalarında sonuç olarak elektrik kesintisi ve

düşük gerilim konusundaki şikayetlerin %90 oranında azaldığı belirlenmiştir. Proje daha sonra 2. aşamasına geçecek ve tüm ile yayılacaktır.

D. İtalya

İtalya, Avrupa'da akıllı şebeke teknolojisinin en önde gelen temsilcilerinden biri olarak kabul ediliyor. 2001'de akıllı şebekeler hakkında henüz bilgi birikimi sağlanmamışken, İtalyan kuruluş Enel 40 milyon kullanıcısına akıllı ölçüm cihazlarını dağıtan dünyadaki ilk şirket olmuştur. 2006 yılı itibarıyla Enel, akıllı şebekeler için 3 milyar dolar harcamış bulunuyordu, ayrıca yıllık tasarrufunu da bu sayede 750 milyon dolar artırmıştır. Bugün, İtalya'da hanelerin %85'inde akıllı ölçüm cihazları bulunmaktadır.

E. İspanya

İspanya'nın ve dünyanın saygın enerji kuruluşlarından biri olan Iberdrola'nın başlattığı STAR (Uzaktan Ağ Yönetimi ve Otomasyon Sistemleri) projesi ile İspanya'nın tüm elektrik şebekesinin dönüşümü hedeflenmiştir.

2010'da başlayan pilot proje kapsamında 100.000 akıllı ölçüm cihazı ve 583 operasyonel dönüşüm istasyonu kurulmuştur, böylece Castellón Şehri, İspanya'nın ilk akıllı şebeke altyapılı şehri olmuştur.

Malaga için ise, İtalyan kuruluş Enel ve ABD'deki SmartGrid City Boulder ortaklığıyla 2009'da SmartCity projesi başlatılmıştır. SmartCity projesinde amaç, akıllı şebekeler teknolojisi, yenilenebilir enerji ve diğer ekolojik süreçler harmanlanarak yeni bir enerji yönetim modeli üretmektir. 11 sektör devi şirket ve 14 araştırma kuruluşunun katıldığı 4 yıl süreli proje içerisinde, 300 sektörel müşteri, 900 servis sağlayıcısı ve 11.000 haneyi barındırmaktadır. SmartCity projesi, Avrupa Birliği'nin 20-20-20 planının bir parçasıdır. (2020'ye kadar olması hedeflenen enerji etkinliğinin %20 oranında artırılması, yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji sektörüne %20 oranında katılması, CO2'nin %20 oranında azaltılması)

Proje, Avrupa Bölgesel Gelişim Fonu tarafından finanse edilmekte ve Andalucía valiliği ile Endüstriyel Teknoloji Geliştirme Merkezi (CDTI) tarafından desteklenmektedir.

Bu belirgin örneklerin yanı sıra Viyana mimar-belediye işbirliği ile; Toronto çöplerden üretilen doğalgazla çalışan çöp kamyonları ile; Londra Trafik sorununa karşı yaptığı yatırım ile; Tokyo evlere güneş enerjisi panelleri, depolama üniteleri ve elektrik şebekesine bağlı akıllı uygulamaları ile; Kopenhag şehrin yüzde 40'ının bisiklet kullanması ile; Barselona solar termik enerji tüketimi ile akıllı şehirler olmak için adeta yarış

halindeler. Bu yarışa dahil olmak için geç kalmamış olmamız ve bu şehirlerden daha küçük bir şehir olmamız avantajımız fakat bunun için kamu ve özel sektör el ele vermeli ve bilinçli bir şekilde yatırımlarını yapmalıdır.

TABLO I. AKILLI ŞEHİR OLMAK İÇİN YAPILAN YATIRIMLAR [9]

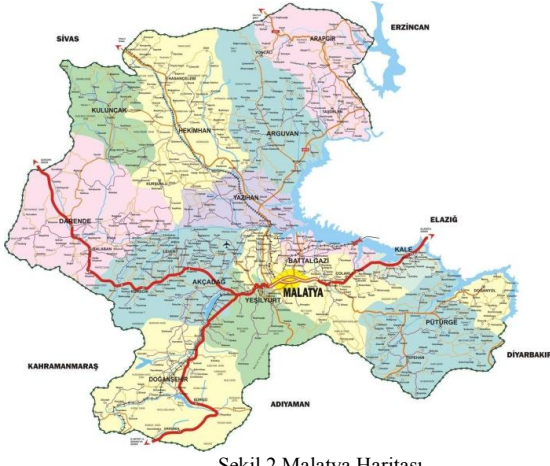
<u>Yatırım Yapan Bölge Adı</u>	<u>Yatırım Tutarı</u>
ABD	3,4 Milyar Dolar
Kanada	1 Milyar Dolar
İtalya	3 Milyar Dolar
Almanya	40 Milyar Euro
İngiltere	1 Trilyon Pound
Hollanda	Hane Başına 410 Dolar

Malatya'da da bu projelere benzer olarak; Trafik yapısı düzenlenebilir, çöp arabaları çöplerden üretilen doğalgazla çalıştırılabilir, her konutun elektrik saati akıllı saatlere çevrilebilir, belediye ve özel kurumların işbirliği ile protokoller imzalanıp akıllı şehir olma yolunda adımlar atılabilir, her binaya kendi enerjisini üretmesi için teşvik verilebilir, bisiklet kullanımı için yapılan yollar artırılıp insanlar bisiklet kullanımına teşvik edilebilir. Bu teşvikler ve yatırımlar sayesinde karbon salınımı azaltılarak şehrin havası iyileştirilip karbon ayak izi azaltılacaktır. Bu yatırımlar ile enerji sürdürülebilir hale gelecek ve zamanla sistem masrafları azalacaktır.

Bu projelerin yanı sıra daha önce görülmemiş orijinal bir fikir olarak hanelerin her ay yaptıkları tasarruf akıllı telefon uygulaması haline getirilip bundan bir oyun yapılabilir ve her ayın birincisine ödül verilebilir. Bu da insanları akıllı şehirler ve tasarruf konusunda teşvik edecektir.

IV. MALATYA ŞEHİRİNİN AKILLI ŞEHİR OLMASI İÇİN ÖNERİLER

Malatya ülkemizin 81 ilinden birisidir. Türkiye'nin en kalabalık 27. Şehridir. 2015 itibarıyla 772.904 nüfusa sahiptir. Doğu Anadolu Bölgesi'nin en büyük şehridir ve bölgenin Yukarı Fırat Bölümü'nde bulunur. Güney ve orta Anadolu bölgelerinin hemen kesişme noktasında bulunması nedeniyle sosyal yapısı çeşitlilik ve zenginlik gösterir.



Şekil 2 Malatya Haritası

Malatya ili şu anda yapılaşmasını tamamlamamış bir şehirdir. Bu da şehrimizi akıllı bir şehre dönüştürmek için geç kalmadığımız göstermektedir. Altyapı ve üstyapı çalışmalarımızı bu doğrultuda sürdürür ve düzenlersek akıllı bir şehir elde edebileceğiz. Bunun için kurumların organize bir şekilde çalışması vatandaşlarımızın gerekli hassasiyeti göstermesi ve bilinçli olması gerekmektedir. Bu organize çalışma ve kararlılıkla şehrimiz 10 yıl içerisinde akıllı şehirler arasına girebilecek potansiyelindedir. Şekil 2'de Malatya şehrinin haritası gösterilmiştir. Gerek komşuları gerekse konumu dolayısıyla bir kavşak noktasıdır. Malatya şehrinin akıllı bir şehir olması buradan geçen kişilerin de ufkunu açacak ve teşvik edecektir. Aynı zamanda şehir genelinde mevcut yeşil alanlar korunmalı, imara açılmış bölgelerde ağaçlandırma ve belirli oranda yeşil alan oluşturma zorunlu hâle getirilmelidir. Bu şekilde Malatya yeşili ile de örnek bir şehir olacaktır.

Malatya özelinde akıllı şehirleri ele aldığımız zaman; Akıllı Bir Malatya bizlere otopark sıkıntısı olmayan Kışla Caddesi, inşaat çalışmalarından dolayı cihazları arızalanmayan Fahri Kayahan sakinleri, kırmızı ışığa takılmadan gidilen bir Çevre Yolu, temiz hava almak için bahçesine ya da Yeşilyurt'a değil de sokağa çıkan insanlar, güvenli sokaklar, her an canlı olarak bağlanılabilen altyapı kurumları, temiz çevre, hızlı ulaşım, kesintisiz ve temiz enerji demektir.

V. SONUÇ

Bu çalışmada önce akıllı sistemler açıklanarak örneklenmiş sonra da Malatya şehrine akıllı şehirler perspektifiyle bakılmaya çalışılmıştır. Bu amaç doğrultusunda kurumlara ve kişilere düşen görevler belirtilmiştir. Akıllı bir şehir olarak geliştirilen Malatya hem diğer şehirlere örnek olacaktır hem de bir pilot bölge olarak akıllı şehrin önemini ve rahatlıklarını gösterecektir. Bu tip projelerin bir çok şehirde kullanılması ve destek olunması gerektiği düşünülmektedir.

Bu çalışma içerisinde bütün ekipmanlardan alınan veriler birleştirilerek işlemler yapılabilir. Bunun için akıllı ajan sistemi kullanılabilir. Böylece birkaç sorun birden olursa hepsi rahatça çözülebilecektir.

Her açıdan rahat, güvenli, ekonomik, teknolojik, akıllı ve temiz bir şehirde yaşamak için yapmamız gereken birçok şey vardır. Bunun için bir an önce akıllı bir şehir olmak için yapılacak işlemleri başlatmak görevimiz olacaktır.

KAYNAKÇA

- [1] Brail R. K. (Editor). Planning Support Systems for Cities and Regions. Lincoln Institute of Land Policy, Cambridge, MA, 2008.
- [2] M. Batty. The pulse of the city. Environment and Planning B: Planning and Design, 2010.
- [3] Cruickshank A., S. and P. 2011. Creating Smart-er Cities: An Overview. Journal of Urban Technology.
- [4] Eger. J. M. 2009. Smart growth, smart cities, and the crisis at the pump: A worldwide phenomenon. Journal of E-Government Policy and Regulation.
- [5] Ersoy M. (2006). İmar Mevzuatımızda Planlama Kademeleri ve Üst Ölçek Planlama Sorunu. Retrieved February 22, 2013 from www.tepav.org.tr/sempozyum/2006/bildiri/bolum3/3_2_er-soy.pdf.
- [6] Şerefhanoglu S. M, Geçioğlu E, Kent Aydınlatmasının Kullanıcılar Tarafından Değerlendirilmesi, 6. Ulusal Aydınlatma Kongresi, 2006.
- [7] Onaylıgil S, Güler Ö, Türkiye Şehir İçi Yol Aydınlatması Şartnamelerindeki Yenilikler, 6. Ulusal Aydınlatma Kongresi, 2006.
- [8] [www.obcaglar.com/\(01.08.2016\)](http://www.obcaglar.com/(01.08.2016)).
- [9] [www.ekoyapidergisi.org/186-akilli-sehirlere-dunyadan-ornekler.html/\(02.08.2016\)](http://www.ekoyapidergisi.org/186-akilli-sehirlere-dunyadan-ornekler.html/(02.08.2016))
- [10] [www.digitalage.com.tr/dunyadan-akilli-sehir-ornekleri/\(02.08.2016\)](http://www.digitalage.com.tr/dunyadan-akilli-sehir-ornekleri/(02.08.2016))
- [11] Roscia, M.; Longo, M.; Lazaroio, G.C. "Smart City by multi-agent systems." In: Renewable Energy Research and Applications (ICRERA), 2013 International Conference on, Madrid, 20-23 Oct. 2013, pp. 371-376.
- [12] Hurtado, L.A.; Nguyen, P.H.; Kling, W.L. "Agent-based control for building energy management in the smart grid framework." In: Innovative Smart Grid Technologies Conference Europe (ISGT-Europe), 2014 IEEE PES, Istanbul, 12-15 Oct. 2014, pp. 1-6.

Kayısı İçin Otomatik Rekolte Tahmin Sistemi

Automatic Yield Estimation System for Apricot

Mahdi Hatami Varjovi*, Muhammed Fatih Talu*

*Bilgisayar Mühendisliği Fakültesi, İnönü üniversitesi

Malatya, Türkiye

{iz.hatami, fatihtalu}@gmail.com

Özet- Bu çalışmada, Malatya'da bulunan kayısı bahçelerindeki yıllık kayısı miktarının otomatik belirlenebilmesi için yeni bir rekolte tahmin sistemi önerilmektedir. Çalışmamızda sırası ile veri toplama, ağaç bölütleme, karakteristik özellikler çıkarma ve hasat tahmini işlemleri gerçekleştirilmiştir. İlk olarak 108 kayısı ağacı bulunan bahçeye ait video görüntüsü, 17m yükseklikte uçan bir kopter yardımıyla elde edilmiştir. Ardından Gaussian mixture model kullanılarak ağaç pikselleri modellenir. Her bir pikselin modele benzerliği ve bu pikselin ağaca ait olma olasılığı hesaplanır. Daha sonra merkezdeki ağaca ait kaba görüntü dışındaki objeler görüntüden silinir. Elde edilen kaba ağaç görüntüsünden seçilen rasgele bir nokta, alan genişletme algoritmasına verilir ve ağacın alanını daha net bir şekilde elde edilir. Yöntemin elde ettiğimiz yüksek çözünürlüklü görüntülerde daha hızlı çalışması için piramit dönüşümünden yararlanılmıştır. Sonuçta elde edilen ağaca ait karakteristik özellikler (alan, katılık ve eksantriklik) çıkarılmıştır. Bu özellikler yapay sinir ağına giriş olarak verilmiştir ve çıkışta ağacın hasat miktarının tahmini sağlanmıştır.

Anahtar— Hasat tahmini, bölütleme, alan büyüme yöntemi, yapay sinir ağları

Abstract- In this study, a new automatic crop estimation system to determine the annual amount of apricot garden in Malatya are recommended. Our proposal method includes obtaining data, filtering, tree segmentation, feature extraction and harvest estimation. In the first stage, video frames are obtained 17m above the field which has 108 apricot trees. The pre-set color from trees pixels modeled by Gaussian Mixture Model. For each pixel of tree, we are measuring the similarity to model and possibilities for being tree pixel. By applying morphological operations, we remove trees which is sticking to edge. After we detect trees blob in order to give it as a parameter to region growing algorithm. With the pyramid-based method, the detection of trees is done precisely. At the end, features that belongs to apricot trees detected with high accuracy are obtained and image-amount pairing is actualized by using artificial neural network.

keywords— Harvest estimation, Region Growing, artificial neural networks

I. GİRİŞ

Kayısı, fındık, üzüm ve incir gibi ürünlerde, ülkemiz dünya genelinde önemli bir üretim potansiyeline sahiptir. Örneğin dünya kuru kayısı üretiminin yaklaşık %74'ü ülkemizde yapılmakta ve bu üretimin %85'i sadece Malatya ilinde gerçekleşmektedir. İhraç ettiğimiz bu ürünlerin hasat zamanından önce yıllık üretim miktarlarının (rekolte) doğru tahmin edilebilmesi birçok açıdan büyük önem arz etmektedir. Rekoltenin doğru tahmin edilmesi, ürün piyasası üzerinde yapılacak manipülasyonların ortadan kalkmasına, arz-talep dengesinin oluşmasına ve buna bağlı lojistik desteğin sağlıklı bir şekilde yürütülmesine neden olacaktır.

Bununla birlikte Fırat Kalkınma Ajansı tarafından yapılan Kayısı Araştırma Raporunda kayısı üretimini tehdit eden unsurların başında fiyat istikrarsızlığı ve rekolte tahminlerinin istenilen doğrulukta yapılamaması yer almaktadır. Mevcut rekolte tahmin yöntemleri, belirli bölgedeki kayısı bahçelerindeki ağaçların gözlemci tarafından incelenmesi, toplam kayısı miktarının tahmin edilmesi, son olarak genel tahmin yapılması aşamalarını içermektedir. İnsan faktöründen kaynaklanan yanlışlar yapılan rekolte tahminleri arasında kabul edilemez oranda farklılık oluşturmaktadır. Bu olumsuz durum kayısı haricindeki diğer tarımsal ürünler içinde geçerlidir. Örneğin 2014 yılında beş farklı kurum tarafından yapılan fındık rekolte tahminleri arasında yaklaşık %25 (183 bin ton) oranında fark bulunmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, görüntü verisinin analizine dayanan bir kayısı rekolte tahmin sistemi geliştirmektir. Önerilen sistemin hedefi, Malatya'daki kayısı rekoltesini bilimsel yöntemler kullanarak en doğru bir şekilde hesaplamaktır. Önerilen sistem ana hatlarıyla veri toplama, veri işleme ve test/analiz aşamalarını içermektedir. Veri toplama aşamasında Malatya'da bulunan kayısı bahçesindeki kayısı ağaçlarının görüntüsü elde edilecektir. Veri işleme aşamasında, her bir ağacın Alanı hesaplanacaktır. Kayısı ağacı yakalama yönteminde ise, kayısı ağacının renk ve şekil bilgileri Gaussian karışım modeli (Gaussian mixture models-GMM) ile modelleneyecektir. Model içerisindeki renk bilgisi için HSV uzayındaki Hue kanalı, şekil bilgisi içinse morfolojik operasyonlar sonucu tespit edilmiş nesnelerin katılık (solidity)

ve eksantriklik (eccentricity) özellikleri kullanılacaktır. Model oluştuktan sonra yeni video imgelerindeki her bir çerçevenin kayısı olma olasılığı hesaplanacaktır. Son olarak Gaussian Mixture Model' nin sağladığı olasılık değerleri ardışık imgeler boyunca güncellenecektir.

II. İLGİLİ ÇALIŞMALAR

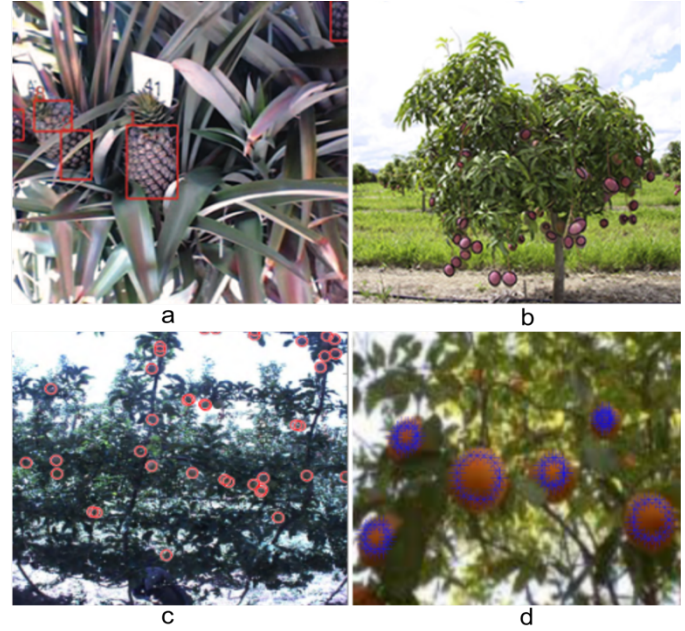
Otomatik meyve sayımı ve rekolte tahmini problemlerinde görüntü işleme teknikleri sıklıkla kullanılmaktadır. Jednipat Moonrinta (vd.) [1] ananas ağaçlarından elde ettikleri görüntüleri kullanarak rekolte tahmini gerçekleştirmiştir. Rekolte tahmini için ananas meyvelerinin tespiti, izlenmesi ve 3 boyutlu görselleştirilmesi işlemleri sırası ile uygulanmıştır. Bu çalışmada özellik noktalarının tespit edilebilmesi için Harris, SIFT ve SURF algoritmaları kullanılmıştır. Bulunan özellik noktalarının tanımlanması sürecinde SIFT ve SURF yöntemlerinden yararlanılmıştır. Bu işlem sonunda tanımlayıcıları oluşturulan özellik noktalarının sınıflandırılması için ise SVM kullanılmıştır. Son olarak tespit edilen meyve bölgelerinin takibi için blob algılama; 3 boyutlu görselleştirme için hareket ve elips tahmini yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmaya 20 ananas meyvesi test olarak verilmiş, testin sonucunda yöntemin elde ettiği başarı 50% ile sınırlı kalmıştır. Başarılı tespit edilen bir ağaca ait sonuç şekil 1.a'da gösterilmiştir.

A.B. Payne (vd.) [2] yaptığı çalışmada iki farklı yaklaşım sunmuştur ve her iki yaklaşımda da renk analizi ve blob yakalama yöntemlerini kullanmıştır. Birinci yaklaşımda mango ağacının 4 farklı açıdan görüntüsü alınarak incelenmiştir. Dört farklı açıdan alından dört görüntünün analiz edilmesi sonucunda 91% başarı elde edilmiştir. İkinci yaklaşımda ise mango ağacının sadece tek bir yönden elde edilen görüntüsü kullanılmıştır. Tek bir açıdan alınan görüntünün incelenmesi sonucunda elde edilen doğruluk oranı ise 74% ile sınırlı kalmıştır. İkinci yaklaşım ile tespit edilen meyveler Şekil 1.b üzerinde işaretlenmiştir.

Malik (vd.) [3] portakal bahçelerinden elde ettikleri görüntüleri kullanarak bir rekolte tahmin sistemi önermiştir. K-ortalama kümeleme yönteminin kullanıldığı bu çalışmada, portakal rengine benzer görüntü pikselleri bağımsız bir küme içerisine alınmaktadır. Daha sonra bu küme içerisindeki piksellerden sadece portakala ait olanların ayıklanabilmesi için morfolojik özellikler (blob yakalama ve şekil analizi) kullanılmıştır. Portakal sayımı yapıldıktan sonra elde edilen tahmini sonuçlar ile gerçek değerlerin eşleştirilebilmesi için doğrusal regresyon yöntemi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, oldukça yüksek bir eşleşme (korelasyon) katsayısının elde edildiği görülmektedir.

H. N. Patel (vd.) [4] renk ve şekil analizi yaparak elma, nar, portakal, şeftali ve erik gibi meyvelerin bölütlenmesi ve sayılması işlemlerini farklı ışık ortamlarında gerçekleştirmiştir. Önerilen yöntemin test edildiği örnekler üzerindeki meyve tespit başarısı 98% olarak belirlenmiştir. Yöntemin, yıllık ürün miktarının tahmininde ise 31.4%'lük bir hataya sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Yöntemin portakal ağacına ait örnek görüntüler üzerinde koşturulması ile şekil 1.d ile gösterilen sonuç elde edilmiştir.

Yukarıdaki çalışmalarda meyve tespiti, sayma ve tahmin işlemleri, renk ve şekil özelliklerini kullanarak gerçekleştirilmiştir. Ancak Calvin Hung (vd.) [5] çalışmalarında farklı bir yöntem kullanmıştır. Bu çalışmada



Şekil 1. a) [1] nolu çalışmanın sonuçları, b) [2] nolu çalışmanın sonuçları, c) [5] nolu çalışmanın sonuçları, d) [4] nolu çalışmanın sonuçları.

yazılımsal çözümün yanında bazı sensörler (Stereo renk kamera, panospheric renkli kamera) meyvelerin tespiti için kullanmışlardır. Bu yöntemin bir avantajı meyve rengi, yaprak rengi ile aynı olan ağaçlarda örneğin yeşil elma tespitinde iyi sonuç vermesidir. Önerdikleri sınıflandırma sistemi otomatik olarak çeşitli meyveler için kullanılabilir. Elma üzerinde elde ettikleri sonuç ile 81%'lik bir başarı yakalamışlardır. Yapılan çalışmanın sonucu tespit edilen portakallar şekil 1.c ile gösterilmiştir.

Bizim önerdiğimiz yöntemde ise ağacın alanını doğru bir şekilde elde edip, şekil analizi yaparak karakteristik özellikler çıkarılır. Daha sonra çıkarılan bu özellikleri giriş verisi olarak YSA' ya verilir ve önceden elde edilmiş her ağacın mahsulü ile eşleştirilerek bu çıkışı vermesi beklenir. Belirli ağaçlar için eğitim işlemine tabii tutulan YSA yeni ağaçlar için tahminde bulunmaya hazır hale gelir.

III. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bölütleme işlemi, görüntü işleme çalışmalarının (görselleştirme, sıkıştırma, algılama) ilk aşamasını oluşturduğu için algoritma doğruluğunu direk olarak etkilemektedir [6]. Bu çalışmada, kayısı rekolte tahmininin doğruluğu direk olarak görüntü bölütleme yönteminin başarısına bağlıdır.

Literatürde birçok bölütleme yöntemi bulunmaktadır. Ağaç bölütlenmesi için hangisinin daha iyi çalıştığını belirlemek adına bu problem için verimli sonuç verebileceğini

düşündüğümüz kenar tabanlı, matting ve alan genişletme segmentasyon yöntemleri denenmiştir.

1) Kenar tabanlı segmentasyon yöntemi uygulanmıştır. Kenar tabanlı bölütleme yöntemine göre resimdeki kenarlar Sobel, Harris ve Canny gibi bir kenar bulma algoritması yardımıyla tespit edilerek arka plan ile ağaç birbirinden ayrıştırılmıştır. Elde ettiğimiz sonuçlarda ağaç görüntüleri gölgelere ve ton farklılıklarına sahip olduğundan dolayı iyi bir sonuç elde edilememiştir. Bu sebepten dolayı çalışmamızda tercih edilmemiştir.

2) Matting ise sinema ve dijital efektlerde sıklıkla başvurulmuş arka plan ve ön planı ayırmak için kullanılan bir yöntemdir. Diğer klasik bölütleme yöntemlerinden farkı ise sistem girişine bölütlenecek resmin yanında, arka plan ve ön plan üzerinde işaretlemeler yapılan harita resmin de verilmesi gerekesidir. Literatürde bir çok matting yöntemi bulunmaktadır, biz bu çalışmada KNN matting [7] yöntemini kullandık. Problemimiz için iyi sonuç vermesine rağmen arka plan ve ağaca ait bir kaç pikselin el yordamı ile belirlenmesi gerekliliği ve çalışma süresindeki fazlalık nedeni ile bu çalışmada kullanılmamıştır.

3) Alan genişleme, aranan objeye ait bir pikselin komşu pikselleri kontrol ederek büyümesine dayalı bir bölütleme yöntemidir. Bu yöntem renk benzerliğini kısas aldığından yeşil ağırlıklı ağacı tespit etmek için kullanılabilir bir yöntemdir. Bölütleme kalitesi bakımından Matting' e yakın sonuç vermesine rağmen çalışma süresi bakımından Matting' den çok daha fazla kısa sürede gerçekleşir. Bahsi geçen avantajlardan dolayı bu çalışmada alan genişleme tabanlı yöntem kullanılmıştır.

Bu çalışmada görüntü işlemenin temel problemlerinden olan otomatik görüntü bölütleme yöntemini kullanacağız [8]. İlk önce kayısı bahçesinden görüntü elde etmek için, yerden 17 metre yüksekte uçan bir kopter ile GPS kullanarak bahçe üzerinde sırayla ağaç görüntülerini aldık. Ağaç görüntülerini elde etmek için kurulan düzenek şekil 3 ile gösterilmiştir. Kopterin görüntü aldığı kayısı bahçesi ve görüntü alırken izlediği güzergâh şekil 4 ile verilmiştir. Elde edilen görüntüler merkezde bir ağacın ve etrafında diğer ağaçların bir kısmının görüneceği şekildedir. Ayrıca elde edilen görüntüler gölgelere sahiptir. Elde edilen görüntülerde ağacın gölgesini ortadan kaldırmak adına RGB renk uzayında olan görüntüyü HSV renk uzayına [9] dönüştürülür. Daha sonra bazı ön işlemler yapılarak görüntüler elenir. Her görüntüde sadece tek bir ağacı inceleyeceğimiz için diğer ağaçları (kenara yapışan ağaçlar) görüntüden silinir.

Alan genişletme algoritmasının yapısı gereği, aranan obje içerisindeki bir pikseli başlangıç parametresi olarak vermek gerekir [10]. Başlangıç pikselini belirlemek adına Gaussian Mixture Model yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem sınıflandırma yaparken HSV katmanında başta yer alan derinlik (Hue) değerini kullanır. Gaussian Mixture Modele göre rastgele olduğu varsayılan piksel değerlerine ait olasılık model oluşturmak için aşağıdaki formülleri kullanırız (1)(2).

$$f(x) = \sum_{i=1}^m p_i N(x | \mu_i, \sigma_i^2) \quad (1)$$

burada m verilen başlangıç noktası ve $p_i > 0$ ağırlıkları oluşturur ($\sum_{i=1}^m p_i = 1$).

$$N(\mu_i, \sigma_i^2) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x - \mu_i)^2}{2\sigma_i^2}\right) \quad (2)$$

burada μ_i, σ_i^2 sırası ile i noktasının ortalaması ve standart sapmasıdır.

Yukarıda formüllerden yararlanarak ağaca ait pikseller kabaca seçilebilir. Seçilen pikseller bölütlenmesi gereken ağacın tüm piksellerini içermezler. Önerdiğimiz yöntem ağacın hassas bir biçimde bölütlenmesine ihtiyaç duyduğundan dolayı, ağacın kesin alanını elde etmek için bu yöntem ile bulunan ağaca ait bir piksel, alan genişletme algoritmasına verilir. Birçok bölütleme yöntemi olmasına rağmen [11], alan genişletme kullanmamızın sebepleri şu şekilde sıralanabilir.

- Tutarlı bölgelerin bulmasını garanti eder,
- Kenar tabanlı algoritmalarda, kenar kayıpları tüm ağaç bölgesinin de kaybolmasına neden olurken alan tabanlı algoritmalarda (Alan Genişletme) ise böyle bir kayıp söz konusu değildir.
- İçten dışa doğru çalışan bir yöntem olduğu için, başlangıç nokta doğru seçildiğinde iyi sonuçlar elde edilir.

Alan genişletme yöntemine göre öncelikle resim boyutları ile eşdeğer bütün elemanları sıfır olan bir sonuç matrisi oluşturulur. Kabaca elde ettiğimiz görüntünün her hangi bir pikselini (x ve y), başlangıç noktası olarak alan genişletme algoritmamıza veririz. Komşular listesindeki her x ve y 'nin 8 komşuluğuna bakılır. Resim sınırlarını aşmıyorsa ve daha önce seçilmemişse ($map(x,y) == 0$) x,y komşular listesine eklenir. Komşular listesinde ortalamaya en yakın olan eleman $P_{x,y}$ ve bu elemanın ortalamaya olan uzaklığı ($dist$) bulunur. Daha sonra bu noktanın ağacın bir parçası olduğu varsayılır ve sonuç matrisi güncellenir. Sonuç matrisinin karşılık geldiği görüntünün ortalaması yeni bulduğumuz P_x, P_y pikselleri ile güncellenir (3).

$$mean = \frac{mean * N + I(x,y)}{N+1} \quad (3)$$

Yeni x noktası P_x , Yeni y noktası P_y olarak atanır. $P_{x,y}$ pikseli komşular listesinden çıkarılır. Komşu pikseller arasından ortalamaya en yakın pikselin farkı ($dist$), tolerans (0.25) değerinin altında olduğu sürece algoritma devam eder. Önceden verilen I , tolerans ve başlangıç x, y değerlerini kullanan alan genişletmenin sahte kodu şekil 2 de verilmiştir. Tespit edilen ağaca ait özellikler çıkarılarak veriler YSA' da

```

1  map = zeros(size(I))
2  while (dist < tolerance)
3    neighbourPixels = findUnselectedNeighbours(x,y)
4    neighbourPixelList.add(neighbourPixels)
5    [Px,y, dist] = min(neighbourPixelList - mean)
6    map (Px, Py) = 1
7    update(mean)
8    x = Px  y = Py
9    neighbourPixelList.remove(Px,y)
10
11 end

```

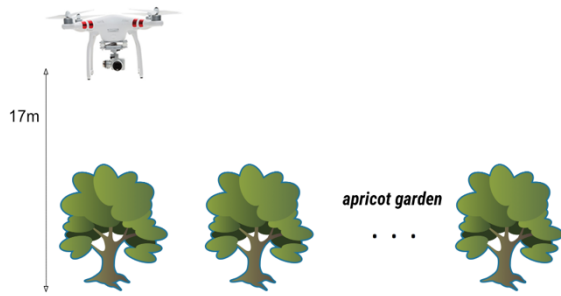
Şekil 2. Alan genişletme algoritmasının sahte kodu.

kullanılmaya uygun hale getirilir. Öznitelik çıkarmaya yönelik işlemlerin akış şeması şekil 5 ile verilmiştir.

Alan genişletme sonucu elde edilen birkaç ağaca ait çıkarılan özellikler (alan, katılık, eksantriklik) tablo 1’de verilmiştir. Yine aynı tabloda elde edilen gerçek ürün miktarı kilogram cinsinden belirtilmiştir (KG). Bu tablodaki veriler yapay sinir ağını eğitmek için kullanılan ağaçlardan birkaç tanesini içermektedir. Tipik bir yapay sinir ağı giriş katmanı, bir veya daha fazla gizli katman ve son olarak bir de çıkış katmanından oluşur [12]. Bu çalışmada, levenberg-Marguardt (LM) algoritmasını $3 \times 10 \times 1$ yapay sinir ağını eğitmek için kullandık. Bölütlenen ağacın çıkarılan Alan, Katılık ve Eksantriklik özellikleri YSA’ ya giriş olarak verilmiştir. 10 nörona sahip tek gizli katman kullanılmıştır. Bu giriş değerlerine ait çıkışın elde edilen ürün miktarı olması beklenilmiştir. Hızlı çalıştığı için seçtiğimiz LM algoritması 1170 örnek veriyi 2sn’de analiz etmiştir.

Tablo 1. Elde edilen ağaç özellikleri

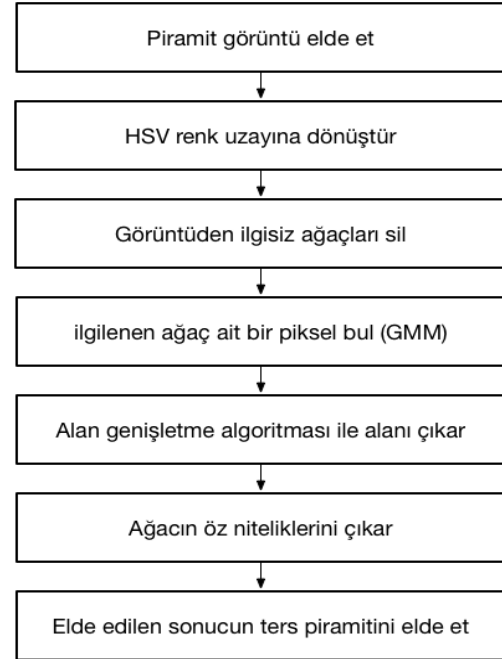
Ağaç No	Alan	Katılık	Eksantriklik	KG
8	901	0.76514	0.37106	162
17	1247	0.71311	0.67531	266
22	1100	0.73146	0.40012	200
70	1587	0.74803	0.68733	112
91	1539	0.78714	0.64241	200



Şekil 3. Ağaçların görüntüsünü alabilmek için kurulan sistem



Şekil 4. İncelenen kayısı bahçesinin üstten görünüşü ve kopterin güzergahı



Şekil 5. Ağaca ait özelliklerin çıkarılması aşamaları

IV. DENEYSEL SONUÇLAR

Bu çalışmada 1170 görüntü üzerinde kenar tabanlı bölütleme, matting ve alan genişletme yöntemleri uygulandı. Kenar tabanlı algoritmanın vermiş olduğu sonuç şekil 6’da; Matting yöntemi için verilmesi gereken harita resim ve bölütleme sonucu şekil 7’de; ve son olarak da alan genişletme yönteminin verdiği sonuç şekil 8’de verilmiştir. Şekil 8’de gösterilen alan genişlemeye ait aşamalar şöyle sıralanabilir. a) Kopter’den alınan görüntü b) HSV renk uzayına dönüşüm c) sadece Hue katmanını al d) Gaussian mixture model kullanarak ağaç pikselinin belirlenmesi e) ağaç alanının çıkarılması d) asıl görüntü üzerinde gösterimi. Bölütleme sonuçlarından da görüldüğü gibi kenar bulma algoritması ile kararlı bir sonuç edilmemiştir. Matting yönteminde hassas bir



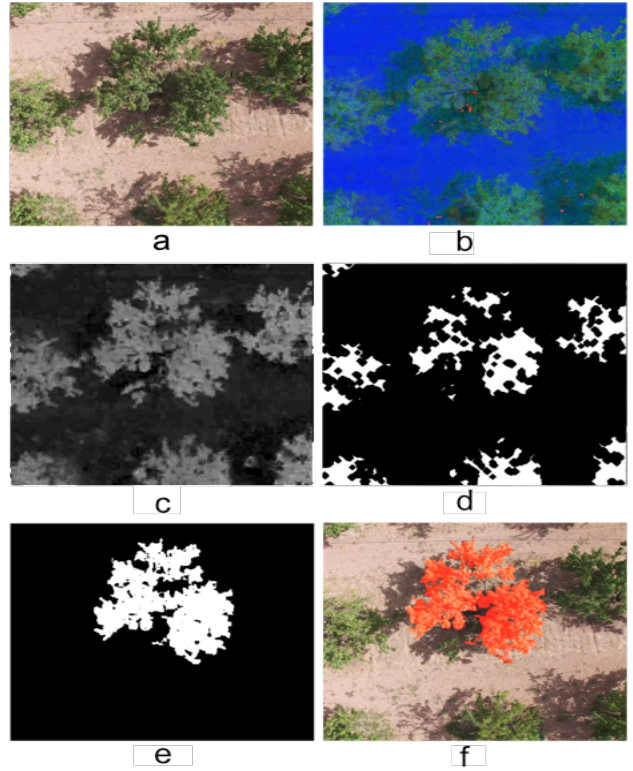
Şekil 6. Kenar tabanlı bölütleme sonucu



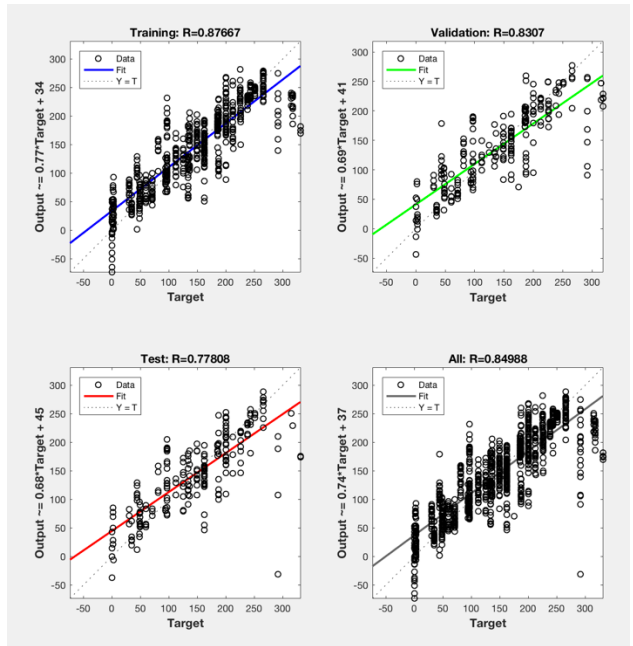
Şekil 7. KNN Matting bölütleme sonucu

bölütleme elde edebiliyoruz ancak bu yöntemin dezavantajı ise yavaş çalışmasıdır. Önerdiğimiz algoritma video görüntü üzerinde çalışacağı için görüntü analizinin hız performansı önemlidir. Son bölütleme yöntemi olan alan genişletme yönteminde hız ve kalite açısından kabul edilir sonuç elde edildiği için kullanacağımız yöntem olarak belirlenmiştir.

Önerdiğimiz ağaç bölütleme tekniğinin diğer segmentasyon (kenar tabanlı) tekniklerine göre daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir. Son olarak rekolte tahmini ağaçtan çıkarılan karakteristik özelliklerin YSA'ya giriş olarak verilmesiyle gerçekleştirilmiştir ve sonuçlar Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 8. Ağaç bölütleme (Alan genişleme) ve alan çıkarma.



Şekil 9. YSA performans modeli, kayısı mahsulü tahmini (KG).

V. SONUÇ

Bu makalede kayısı ağaçlarının mahsul tahminini gerçekleştirmek adına yeni bir sistem sunulmuştur. Kayısı tahmini için önerdiğimiz yöntem ile R^2 0.77 oranında başarı elde ettik. Elde edilen sonucun ilgili çalışmalar kısmında değinilen yöntemlerin bazılarında daha iyi olduğu görülmektedir. Ancak yine de ağaç mahsulü tahmini için belirlenen ağaç karakteristiklerinin doğrudan ağaç mahsulü ile doğrudan ilişkisi olmadığı tespit edilmiştir. Bir sonraki çalışmada ağaca ait tespit edilen özelliklerin yanı sıra, ağaçtaki meyve yoğunluğunun ağaç kitlesine oranı ile ilgili özellikleri de hesaba katılarak elde edilen başarımın artırılması hedeflenmektedir.

VI. REFERANSLAR

- 1) Jednipat Moonrinta, Supawadee Chaivivatrakul, Matthew N. Dailey Computer Science and Information Management Asian Institute of Technology Pathumthani, THAILAND, fruit detection, tracking and 3d construction for crop mapping and yield estimation, 2010 11th Int. Conf.
- 2) A.B. Payne a, K.B. Walsh b, P.P. Subedi b, D. Jarvis a, Estimation of mango crop yield using image analysis – Segmentation method, Computers and Electronics in Agriculture Volume 91, February 2013, Pages 57–64
- 3) Zeeshan Malik, Sheikh Ziauddin, Ahmad R. Shahid, and Asad Safi, Detection and Counting of On-Tree Citrus Fruit for Crop Yield Estimation, COMSATS Institute of Information Technology, Park Road, Islamabad, (IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Vol. 7, No. 5, 2016
- 4) H. N. Patel, R.K.Jain and M.V.Joshi - Automatic Segmentation and Yield Measurement of Fruit using Shape Analysis, International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 45– No.7, May 2012
- 5) Calvin Hung, James Underwood, Juan Nieto and Salah Sukkarieh, A Feature Learning Based Approach for Automated Fruit Yield Estimation, Conference: 9th Conference on Field and Service Robotics, DOI: 10.13140/2.1.1890.6247
- 6) Montse Pardàs, Object-based image coding, vistas in astronomy Volume 41, Issue 3, 1997, Pages 455-461
- 7) Qifeng Chen Dingzeyu Li Chi-Keung Tang, The Hong Kong University of Science and Technology, KNN matting, Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2012 IEEE Conference on
- 8) Montse Pardàs, Object-based image coding, vistas in astronomy Volume 41, Issue 3, 1997, Pages 455-461
- 9) Wenbo Huang, KyoungYeon Kim, Chongqing Key Laboratory of Computational Intelligence china, Automatic Shadow Removal by Illuminance in HSV Color Space, Computer Science and Information Technology 3(3): 70-75, 2015
- 10) Jianping Fan, David. K. Y. Yau, Member, IEEE, Ahmed. K. Elmagarmid, Automatic Image Segmentation by Integrating Color-Edge Extraction and Seeded Region Growing, IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING, VOL. 10, NO. 10, OCTOBER 2001
- 11) Ashraf A.Aly, Safaai Bin Deris, Nazar Zaki, Faculty of Computer Science, Universiti Teknologi Malaysia, Research review for digital image segmentation techniques, International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT) Vol 3, No 5, Oct 2011
- 12) Zulfiqar Ahmad a, David Crowley, Ninoslav Marina, University of Information Science and Technology “St. Paul the Apostle”, 6000 Ohrid, Macedonia, Estimation of biosurfactant yield produced by Klebsiella sp. FKOD36 bacteria using artificial neural network approach Measurement Volume 81, March 2016, Pages 163–173

Lisanssız Güneş Enerjisi ile Elektrik Üretiminin Gri GM(1,1) Metodu Kullanılarak Tahmin Edilmesi

Prediction of Electricity Generation with Unlicensed Solar Energy Using Grey GM(1,1) Method

Muhammed İLKUÇAR
Bilgisayar Programcılığı Bölümü
Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi
Burdur, Türkiye
imuammer@mehmetakif.edu.tr

Ahmet ÇİFCİ
Elektrik Mühendisliği Bölümü
Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi
Burdur, Türkiye
acifci@mehmetakif.edu.tr

Özet—Ülkemizde bireysel olarak evlerde ve işyerlerinde lisanssız güneş enerjisi ile elektrik üretimi çeşitli kanun ve yönetmeliklerle başlamıştır. Üretilen fazla elektrik şebekeye verilebilmektedir. Bu yüzden özellikle son bir-iki yıldır bireysel güneş enerjisi ile elektrik üretimi popüler hale gelmiştir. Konu ile kısıtlı ve az sayıda veri olmasından dolayı bu işin nerelere kadar gidebileceğini kestirmek zordur. Bu çalışmada, lisanssız güneş enerjisinden elektrik üretimi ile ilgili az sayıdaki veri kullanılarak gri GM(1,1) metodu ile tahmin yapılmıştır. Lisanssız güneş enerjisi ile ilgili bir-iki yıllık veriler kullanılarak bireysel güneş enerjisi kurulu güç miktarı tahminleri yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler—Lisanssız güneş enerjisi, elektrik üretimi, tahmin, gri GM(1,1) metodu.

Abstract—In our country, the production of electricity using unlicensed solar energy began at homes and works individualistically with various laws and regulations. The surplus electricity produced can be given to network. So electricity generation with individual solar energy has become popular especially in the last one or two years. It is difficult to predict how far this could go due to the limited data and a small number of the data of this subject. In this study, a prediction has been made on electricity generation from unlicensed solar energy using limited data with grey GM(1,1) method. The predictions of individual solar energy installed power capacity have been made using one-year and two-year data related to unlicensed solar energy.

Index Terms—Unlicensed solar energy, electricity generation, prediction, grey GM(1,1) method.

I. Giriş

Günümüzde insan hayatını kolaylaştıran birçok cihaz elektrik ile çalışmaktadır. Bu bakımdan elektrik enerjisine olan bağımlılığımız su götürmez bir gerçektir. Birkaç dakikalık elektrik kesintileri bile elektriğin yaşamımızdaki önemini göstermektedir. Öyle ki, elektrik kesintileri ile hayat durma

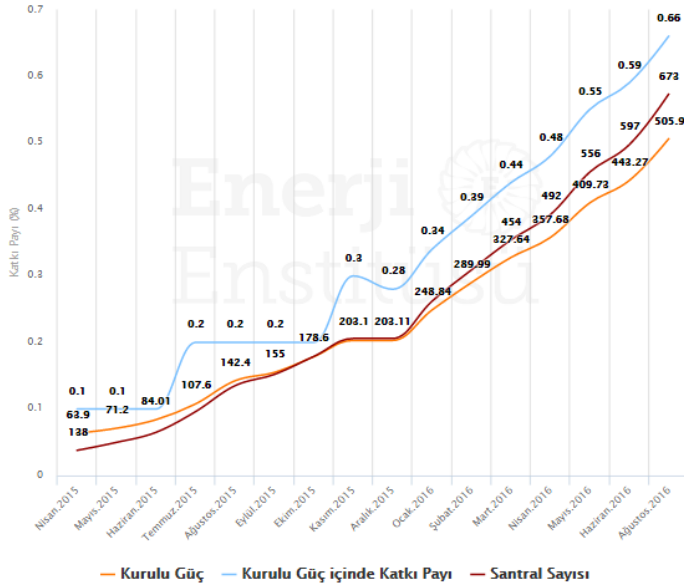
noktasına gelmektedir. Dolayısıyla elektrik enerjisi insan hayatının vazgeçilmezlerindendir.

Elektrik enerjisi, diğer enerji türlerine göre çok uzaklara iletim şebekeleri ile kolayca taşınabilen, dünyada en yaygın olarak kullanılan, sonradan kullanılmak üzere depolanabilen bir enerji kaynağıdır. Dünya elektrik enerjisi üretimi ülkelerin sanayileşme ve kalkınmaya yönelik yaptıkları yatırımlarla birlikte artış göstermektedir. 2014 yılı ile karşılaştırıldığında, 2015 yılı dünya elektrik üretimi % 0,9 artarak 24097,7 TWh olmuştur [1].

Günümüzde dünya elektrik enerjisi üretiminde öncelikli kaynaklar kömür, doğal gaz ve petrol gibi yenilenemeyen enerji kaynaklarıdır. Bu tür yenilenemeyen enerji kaynaklarının her geçen gün azalması ve buna bağlı olarak fiyatlarının sürekli artmaktadır. Bunu yanında kullanımı ile çevreye de zarar vermeleri dünya ülkelerini, elektrik üretiminde güneş, rüzgâr, jeotermal, hidrolik ve biyokütle gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına yöneltmektedir. Tükenme probleminin olmaması, işletme masraflarının azlığı, uzun yıllar sorunsuz olarak çalışması, temiz bir enerji kaynağı olması gibi nedenler güneş enerjisinden elektrik üretimini ön plana çıkarmaktadır.

Kullanımı giderek artan güneş enerjisinden önceleri ısı ve ışık enerjisi olarak, son yıllarda ise elektrik enerjisi olarak faydalanılmaktadır. Güneş enerjisinden güneş kolektörleri, güneş santralleri ve güneş pilleri (fotovoltaik piller) olmak üzere üç şekilde yararlanılmaktadır [2, 3]. Türkiye güneş enerjisi potansiyeli bakımından Avrupa'nın önde gelen ülkelerinden biridir. Yıllık 380 milyar kWh enerji potansiyeli bulunmaktadır. 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu, Kanun'un 14'üncü maddesi kapsamında hazırlanan, Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmeliğin Uygulanmasına Dair Tebliğ'in yürürlüğe girmesini müteakiben lisanssız üretim ülkemizde başlamıştır [4]. Bu tebliğ ile birlikte güneş enerjisine dayalı elektrik üretim tesisleri azami 1 MW gücünde kurulabilir ve sisteme en fazla 1 MW olarak bağlanabilir. Şekil 1'de Türkiye'de lisanssız güneş

enerjisinin 2015 Nisan ayından 2016 Ağustos ayına kadar olan kurulu güç, kurulu güç içinde katkı payı ve santral sayısı gösterilmiştir.



Şekil 1. Türkiye'de lisanssız güneş enerjisinin gelişimi [5].

Gri sistem teorisi, küçük veri örneği ve zayıf bilginin yer aldığı problemlere çözüm bulabilmek için 1982 yılında Ju-Long Deng tarafından ortaya atılmıştır [6]. Gri tahmin yöntemi ortaya atıldığı günden günümüze kadar; turist akışı [7, 8], otomobil üretimi [9], rüzgâr enerjisi [10], yakıt üretimi [11] ve enerji tüketimi [12-14] gibi pek çok değişik alanda uygulama imkânı bulmuştur. Bu çalışmada, lisanssız güneş enerjisinden elektrik üretimi ile ilgili az sayıdaki veri kullanılarak gri GM(1,1) metodu ile tahmin yapılmıştır. Ülkemizde son bir yıl içinde lisanssız güneş enerjisi gelişimi ile ilgili bir-iki yıllık veriler kullanılarak, bireysel güneş enerjisi kurulu güç miktarı tahminleri yapılmıştır.

II. GRİ TAHMİN METODU

Ju-Long Deng tarafından ortaya atılan gri sistem teorisi belirsiz, yetersiz ve eksik bilgiye sahip olan sistemler ile ilgilenir [6]. GM(1,1) modeli literatürde en yaygın şekilde kullanılan gri model tipidir. Bu model bilim, eğitim, ekonomi, tıp gibi farklı bilim dallarında kullanılmaktadır [7, 8, 10, 11, 17, 18]. GM(1,1) birinci mertebeden tek değişkenli gri modeldir. Bu model katsayıları zamanın bir fonksiyonu olan bir diferansiyel denklemi gösterir. Yani, tahmin modeli için yeni veriler elde edilebildiğinde model kendini sürekli olarak yenilemektedir [15]. Gri tahmin yönteminin adımları aşağıdaki gibidir [16]:

Adım 1: n elemanlı orijinal zaman serisi aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$x^{(0)} = \{x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), x^{(0)}(3), \dots, x^{(0)}(n)\}, \quad n \geq 4. \quad (1)$$

Adım 2: $x^{(0)}$ serisinin kümülatif toplamından yeni $x^{(1)}$ serisi elde edilir:

$$x^{(1)} = \{x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), x^{(1)}(3), \dots, x^{(1)}(n)\}. \quad (2)$$

$$x^{(1)}(k) = \sum_{i=1}^k x^{(0)}(i), \quad k = 1, 2, 3, \dots, n. \quad (3)$$

Adım 3: GM(1,1) modeli, beyazlatma denklemi olarak da adlandırılan, aşağıdaki 1. mertebeden diferansiyel denklemle tanımlanabilir.

$$\frac{dx^{(1)}}{dt} + ax^{(1)} = b. \quad (4)$$

Denklem 4'te ifade edilen a geliştirme katsayısını, b ise gri kontrol değişkenini ifade etmektedir.

Adım 4: En küçük kareler yöntemi kullanılarak a ve b parametreleri aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = (B^T B)^{-1} B^T Y \quad (5)$$

$$Y = [x^{(0)}(2), x^{(0)}(3), \dots, x^{(0)}(n)]^T \quad (6)$$

$$B = \begin{bmatrix} -R^{(1)}(2) & 1 \\ -R^{(1)}(3) & 1 \\ \dots & \dots \\ -R^{(1)}(n) & 1 \end{bmatrix}$$

$$R^{(1)}(k) = \frac{1}{2} [x^{(1)}(2), x^{(1)}(3), \dots, x^{(1)}(n)] \quad (7)$$

Adım 5: Denklem 4'teki beyazlatma denklemi çözülerek GM(1,1) kestirim modeli aşağıdaki gibi elde edilir.

$$\hat{x}^{(1)}(k+1) = \left(x^{(0)}(1) - \frac{b}{a} \right) e^{-ak} + \frac{b}{a} \quad (8)$$

Adım 6: Elde edilen tahmini değerler kümülatif değerler olduğu için orijinal veriyi tekrar elde etmek için ters kümülatif işlemi uygulanır. Burada elde edilen tahmin denklemi ile orijinal veriler tahmin edilerek, denklemin doğruluk oranları test edilebilir. Ayrıca gelecek veri tahminleri de yapılabilir.

$$\begin{cases} \hat{x}^{(0)}(k+1) = \hat{x}^{(1)}(k+1) - \hat{x}^{(1)}(k) \\ \hat{x}^{(0)}(1) = \hat{x}^{(1)}(1) \end{cases} \quad (9)$$

GM(1,1) modelinin orijinal verileri kesin eğilimleri karşıladığında, GM(1,1) modelinin doğruluğu geliştirme katsayısının büyüklüğüne ve arka plan denklemlerinin yapısına bağlıdır. Geliştirme katsayısının büyüklüğüne göre aşağıdaki sonuçlar elde edilir [7]:

- $0 \leq -a \leq 0.3$ aralığında GM(1,1) modeli uzun süreli tahminler için uygundur.
- $0.3 \leq -a \leq 0.5$ aralığında GM(1,1) modeli yalnızca kısa süreli tahminler için uygundur.
- $0.5 \leq -a \leq 0.8$ aralığında kısa süreli tahminler için GM(1,1) modelinin kullanımında dikkatli olunmalıdır.
- $0.8 \leq -a \leq 1$ aralığında veriler gözden geçirilip uygunsuz veriler tekrar düzenlenerek kullanılabilir.

- $-a > 1$ durumunda ise kurulan model tahmin için uygun değildir.

III. SAYISAL ÇALIŞMA

Özellikle son yıllarda güneş enerji panelleri ile elektrik üretimi tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de hızla yaygınlaşmaktadır.

Güneş enerjisi ile elektrik üretimi genel olarak iki bölümde ele alınabilir: Birinci olarak gücü 1MW üstünde olan ticari amaçlı büyük yatırımlar, ikincisi ise lisanssız olarak adlandırılan, gücü 1MW altında bireysel olarak on-grid veya off-grid olarak üretilen güneş enerji santralleridir.

Bu çalışmada kısıtlı sayıdaki lisanssız güneş enerji santrali verisinden, gri GM(1,1) metodu kullanılarak, mevcut ve ileriye yönelik tahmini modeli oluşturulmuş ve bu model kullanılarak tahmin işlemi gerçekleştirilmiştir.

Tablo I'de lisanssız güneş enerji santrallerinin Nisan 2015, Haziran 2016 dönemine ait üçer aylık (çeyrek) dilimlerde kurulu gücü gösterilmiştir [5]. Her çeyrek dilimlik verilerin aritmetik ortalaması alınmıştır. Örneğin Nisan-Mayıs-Haziran 2016 dönemlerine ait verilerin aritmetik ortalaması 73 MW olarak hesaplanmıştır. Verilerin üçer aylık dilimler şeklinde alınarak kullanılması ile ileriye yönelik çeyrek dilimlik tahminler yapmak mümkün olacaktır. Böylece daha az veri ile uzun süreli tahminler yapılabilmesi sağlanacaktır. Burada elde edilen kurulu güç değerlerinin santral sayısı dikkate alınmamıştır. Veriler Türkiye Enerji Enstitüsü resmi web sitesinden [5] elde edilmiştir.

TABLO I. TÜRKİYE'DE 2015-2016 YILLARINDA 15 AYLIK LİSANSIZ GÜNEŞ ENERJİSİ KURULU GÜCÜ

Dönem	2015/2	2015/3	2015/4	2016/1	2016/2
Güç (MW)	73	135	203	288.8	403.56

Kısıtlı sayıdaki lisanssız güneş enerjisi kurulu güç verileri gri GM(1,1) metodu ile bir tahmin denklemi elde edilmiş ve bu denklem ile orijinal veriler tahmin edilerek denklemin doğruluk testleri yapılmıştır. Daha sonra aynı denklem kullanılarak ileriye yönelik birkaç dönemlik tahminlerde bulunulmuştur. Problemi işlem adımları şeklinde belirtirsek:

İlk adım olarak tablo I'deki verileri denklem 1'e göre düzenlersek orijinal veri seti:

$$x^{(0)} = (73, 135, 203, 288.8, 403.56) \text{ şeklinde ifade edilir.}$$

Daha sonra bu verilerin artan bir fonksiyon olması için kümülatif toplama uygun olup olmadığı denklem 10 ile tespit edilir. Bu işlem için ardışık veriler birbirlerine oranlanır. Bu oranlardan en büyük ve en küçük değer farkının mutlak değeri 0.5'ten küçük ise veriler düzgündür denebilir [7].

$$\lambda^{(0)}(k) = \frac{X^{(0)}(k-1)}{X^{(0)}(k)}. \quad (10)$$

$X^{(0)}$ verileri denklem 10 yardımıyla üzgün olup olmadığı test edildiğinde aşağıdaki $\lambda^{(0)}$ elde edilir.

$$\lambda^{(0)} = (0.541, 0.665, 0.703, 0.715)$$

Buradan:

$$\lambda = |\max \lambda^{(0)} - \min \lambda^{(0)}| = |0.715 - 0.541| = 0.174 \text{ bulunur.}$$

$\lambda < 0.5$ ve $n > 4$ olduğundan verilerin tahmin için uygun olduğu söylenebilir.

Üçüncü adım olarak verilerin artan bir seri şeklinde ifade edilmesi için denklem 2 ve 3'ten orijinal verilerin kümülatif toplam serisi $x^{(1)}(k)$ bulunur:

$$x^{(1)}(k) = (73, 208, 411, 699.8, 1103.36)$$

Daha sonra dördüncü adım olarak denklem 5'e göre a ve b katsayıları elde edilmesi için denklem 6 ve 7 ile Y ve B değerleri hesaplanır.

$$Y = [135, 203, 288.8, 403.56]^T$$

Problemin çözümünde B değeri için denklem 7'deki $Z^{(1)}(k)$ değeri denklem 11'e [7] göre hesaplanmıştır.

$$B = \begin{bmatrix} -133.6263 & 1 \\ -302.6182 & 1 \\ -546.9333 & 1 \\ -890.3487 & 1 \end{bmatrix}$$

$$R^{(1)}(k) = x^{(1)}(k) + \frac{x^{(0)}(k)}{\log x^{(0)}(k) - \log x^{(0)}(k-1)} - \frac{(x^{(0)}(k))^2}{x^{(0)}(k) - x^{(0)}(k-1)} \quad (11)$$

$$\hat{x}^{(1)}(k+1) = \left[x^{(0)}(n) - \frac{b}{a} \right] e^{-a(k-n)} + \frac{b}{a} \quad (12)$$

$$\hat{x}^{(0)}(1) = \hat{x}^{(1)}(k+1) - \hat{x}^{(1)}(k) \quad (13)$$

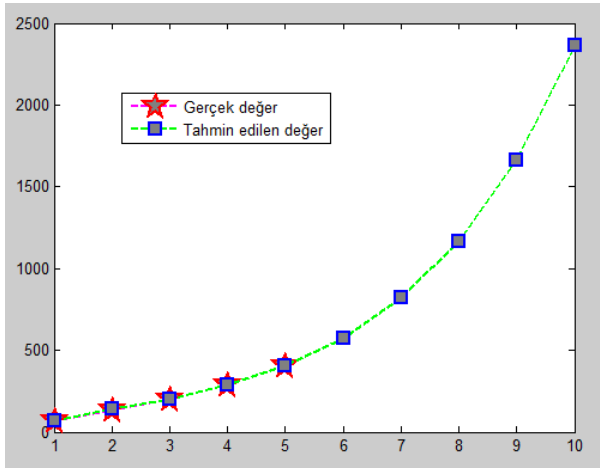
$k = 0, 1, \dots, n-1$

Y ve B değerleri denklem 5'e göre hesaplama yapılarak tahmin denkleminin a ve b değerleri hesaplanır. Denklem 5 çözüldüğünde $a = -0.3525$ ve $b = 92.477$ elde edilmiştir. a değeri $0.3 \leq -0.3525 \leq 0.5$ olduğundan, tahmin denklemi ile kısa dönemli tahmin yapılabilir.

Denklem 12 ve 13 kullanılarak orijinal veriler kurulan model ile tekrara tahmin yapıldığında elde edilen veriler tablo II ve şekil 2'de gösterilmiştir. Grafiğe göre tahmin edilen veriler gerçek veriler ile örtüşmektedir. Bu da başarılı bir tahmin denklemi elde edildiğini göstermektedir.

TABLO II. TAHMİN DENKLEMİ İLE ORJİNAL VERİLERİN TAHMİN EDİLMESİ

	Tahmin Edilen Değer
$\hat{x}^{(0)}(1)$	71
$\hat{x}^{(0)}(2)$	140.9
$\hat{x}^{(0)}(3)$	200.46
$\hat{x}^{(0)}(4)$	285.19
$\hat{x}^{(0)}(5)$	405.72



Şekil 2. Orijinal veri ve tahmin edilen veri grafiği.

Beş döneme ait orijinal veriler, tahmin verileri, orijinal veri ile tahmin edilen veri arasındaki fark ve göreceli hata değerleri tablo III'de verilmiştir.

TABLO III. MODELİN ORJİNAL VE TAHMİN VERİLERİ İLE BİRLİKTE HATA DEĞERLERİ.

Dönem	Orijinal Veri	Tahmin Edilen Veri	Fark	Göreceli Hata
2015/2	73	71.068	1,9320	0,0265
2015/3	135	140.91	-5,9100	-0,0438
2015/4	203	200.465	2,5350	0,0125
2016/1	288.8	285.191	3,6090	0,0125
2016/2	403.56	405.725	-2,1650	-0,0054

Her ne kadar tablo III'e göre gerçek veriler ile tahmin verileri örtüşüyor gibi görünse de sayısal olarak bu örtüşmenin ölçüsünü bulmak ve ileriye dönük tahmin güvenilirliğini arttırmak için artık testi ve göreceli hata testi yapılmıştır.

Artık testi için; orijinal veri ile tahmin edilen veri arasındaki fark;

$$e_k = x^{(0)}_{(k)} - \hat{x}^{(0)}_{(k)} \text{ ve } |e_k| = |x^{(0)}_{(k)} - \hat{x}^{(0)}_{(k)}|$$

formülü ile elde edilmiştir. Göreceli hata değeri ise;

$$\delta_{(k)} = (x^{(0)}_{(k)} - \hat{x}^{(0)}_{(k)}) / x^{(0)}_{(k)}$$

denklemleri ile hesaplanmıştır. Çalışmada göreceli hataların mutlak ortalaması 0.02 olarak hesaplanmıştır. Gerçek değer ile tahmin edilen verilerin farkı mutlak ortalaması ise 3.23'tür.

Model geçerlilik testi için orijinal veri seti $X^{(0)}$ standart sapması S_1 denklem 13 ve gerçek veri ile tahmin verisi arasındaki farkın standart sapması S_2 (denklem 14) oranı $C = S_2/S_1$ ile hesaplanır. Tablo III'deki verilere göre hesaplama yapıldığında; $S_1 = 116.2312$, $S_2 = 3.543982$ olarak hesaplanır. Buradan hata oranı $C = 0.030490802$ ve hata olasılığı $P = P\{|e(i) - \bar{e}| < 0.6745S_1\}$ ve $P\{|e(i) - \bar{e}| < 78.39794\}$ ise $P = 1$ bulunur. $P > 0.95$ ve $C \leq 0.35$ olduğundan model mükemmel doğruluktadır denir [19].

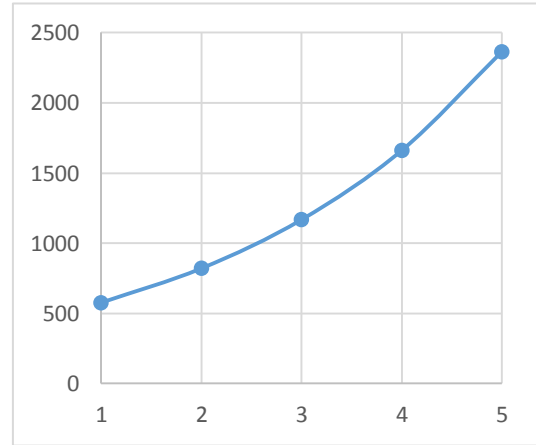
$$S_1 = \sqrt{\frac{\sum (X^{(0)}(i) - \bar{X}^{(0)}(i))^2}{n-1}} \quad (14)$$

$$S_2 = \sqrt{\frac{\sum |E^{(0)}(i) - \hat{E}^{(0)}(i)|^2}{n-1}} \quad (15)$$

Modele göre ileriye dönük beş dönemlik (2016/3,4 ve 2017/1,2,3) tahmin yapıldığında elde edilen veriler tablo IV ve şekil 3'te gösterilmiştir. Tabloya ve grafiğe göre 2016/4 çeyreğinde 2017/3 çeyreğindeki lisanssız enerji kurulu güç değeri 2364 MWh olacağı tahmin edilmiştir.

TABLO IV. İLERİYE DOĞRU BEŞ ÇEYREKLİK TAHMİN VERİLERİ

Sıra	Dönem	Tahmini Üretim (MWh)
1	2016/3	577
2	2016/4	821
3	2017/1	1168
4	2017/2	1661
5	2017/3	2364



Şekil 3. Orijinal veri ve tahmin edilen veri grafiği.

IV. SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye Enerji Enstitüsünden alınan Nisan 2015-Haziran 2016 arası aylık lisanssız güneş enerjisi kurulu gücü verileri kullanılarak ileriye dönük tahmin yapılmıştır. Az sayıda veri olduğundan tahmin işlemi için gri GM(1,1) metodu seçilmiştir.

Az sayıdaki veri ile ileriye yönelik daha uzun süreli tahmin yapabilmek için on beş veri üç aylık dönemler (Ocak-Şubat-Mart) şeklinde ilgili üç aya ait verilerin aritmetik ortalaması alınarak beş adet veri seti oluşturulmuştur. Bu veri seti kullanarak ileriye dönük birkaç dönemlik tahmin yapılabilmesi sağlanmıştır. Verilerin gri GM(1,1) metodu kullanılarak tahmin fonksiyonu oluşturulmuştur. Bu fonksiyon marifetiyle sistemin performansını ölçmek için orijinal veriler tekrar tahmin edilmiştir. Orijinal veri ile tahmin edilen verileri mutlak hata ortalaması %2 bulunmuştur.

Elde edilen tahmin fonksiyonu kullanılarak gelecek dönem için tahminlerde bulunulmuştur. 2016 yılı 3. dönem için 577 MW, 4. dönem 821 MW, 2017 1. dönem 1168 MW, 2. dönem 1661 MW ve 3. dönem için 2364 MW kurulu güç olması tahmin edilmiştir. Bu tahmin değerleri normal şartlar altındaki tahmin değerleridir. Daha uzun vadeli tahminde bulunmak yanıltıcı olabilir. Dolayısıyla az veri ile daha kısa dönem tahminle yapılarak buna göre planlama yapılması sağlanabilir.

REFERANSLAR

- [1] BP Statistical Review of World Energy June 2016, "Electricity generation," 2016. <http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2016/bp-statistical-review-of-world-energy-2016-electricity.pdf>, son erişim tarihi: 20.06.2016.
- [2] E. Koç ve M. C. Şenel, "Dünyada ve Türkiye'de enerji durumu-genel değerlendirme," *Mühendis ve Makina*, sayı 54, no. 639, 32–44, 2013.
- [3] K. B. Varınca ve M. T. Gönüllü, "Türkiye'de güneş enerjisi potansiyeli ve bu potansiyelin kullanım derecesi, yöntemi ve yaygınlığı üzerine bir araştırma," *I. Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi*, 270–275, 2006.
- [4] B. Şimşek, "Lisanssız elektrik üretim yönetmeliğinde mevzuat, proje hazırlanması ve kabul işlemleri," *TEDAŞ Genel Müdürlüğü*, 2014.
- [5] Türkiye'de Lisanssız Güneş Enerjisinin Gelişimi, <http://enerjienstitusu.com/turkiye-kurulu-elektrik-enerji-gucu-mw/>, son erişim tarihi: 01.08.2016.
- [6] J. L. Deng, "The control problems of grey systems," *System & Control Letters*, Vol:1, Issue:5, 288–294, 1982.
- [7] X. Y. Liu, H. Q. Peng, Y. Bai, Y. J. Zhu and L. Liao, "Tourism flows prediction based on an improved grey GM(1,1) model", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 138, no. 14, pp. 767–775, 2014.
- [8] S. Yu, "Predicting inbound tourism demand with optimized GM (1, 1) model," *International Journal of Hybrid Information Technology*, vol. 8, no. 6, 381–390, 2015.
- [9] G. D. Li, S. Masuda, and M. Nagai, "The prediction for Japan's domestic and overseas automobile production," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 87, 224–231, 2014.
- [10] T. H. M. El-Fouly, E. F. El-Saadany, and M. M. A. Salama, "Grey predictor for wind energy conversion systems output power prediction," *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. 21, issue 3, 1450–1452, 2006.
- [11] W. Zhou, and J. M. He, "Generalized GM (1,1) model and its application in forecasting of fuel production," *Appl. Math. Model*, vol. 37, 6234–6243, 2013.
- [12] H. Mostafaei and S. Kordnoori, "Hybrid grey forecasting model for Iran's energy consumption and supply", *International Journal of Energy Economics and Policy*, vol. 2, no. 3, pp. 97–102, 2012.
- [13] X. Guo, S. Liu, L. Wu and L. Tang, "A grey self-memory coupling prediction model for energy consumption prediction," *The Scientific World Journal*, vol. 2014, 2014.
- [14] H. Zhao, H. Zhao, and S. Guo, "Using GM(1, 1) optimized by MFO with rolling mechanism to forecast the electricity consumption of inner Mongolia," *Applied Sciences*, vol. 6, no. 20, 2016.
- [15] A. R. Kaleli, M. A. Ceviz ve K. Erentürk, "İçten yanmalı motorların ardışık çevrimlerinde oluşan maksimum basınç verilerinin gri öngörücüler kullanılarak tahmini," *Ordu Üniversitesi. Bilgi Tek. Dergisi.*, cilt:4, sayı:1, 1–14, 2014.
- [16] S. Liu, and Y. Lin, "Grey information: theory and practical applications," 1. cilt, Springer, Londra, 199–228, 2006.
- [17] W. E. Mahmood and K. Watanabe, "Modified grey model and its application to groundwater flow analysis with limited hydrogeological data: a case study of the Nubian Sandstone, Kharga Oasis, Egypt", *Environmental Monitoring and Assessment*, vol. 186, no. 2, pp. 1063–1081, 2014.
- [18] Y. Wang, F. Wei, C. Sun and Q. Li, "The research of improved grey GM (1, 1) model to predict the postprandial glucose in type 2 diabetes," *Hindawi Publishing Corporation BioMed Research International* vol. 2016, Article ID 6837052, 2016.
- [19] S. Hui, F. Yang, Z. Li, Q. Liu, J. Dong, "Application of Grey System Theory to Forecast the Growth of Larch", *International Journal of Information and Systems Sciences*, Volume 5, Number 3–4, Pages 522–527.

Hash Tabanlı Mobil Tek Kullanımlık Şifre Üreteci

Hash Based Mobile One Time Password Generator

Selman Yakut¹, Ahmet Bedri Özer¹

¹Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Fırat Üniversitesi,
Elazığ, Türkiye
{syakut, bozer}@firat.edu.tr

Özetçe— Bu çalışmada özet fonksiyonlarını temel alan mobil Tek Kullanımlık Şifre Üreteci tasarlandı. Bu üreteç elektronik ortamlarda kimlik doğrulama işlemi için Tek Kullanımlık Şifre değeri üretir. Tek kullanımlık şifre bir defaya mahsus olarak kullanılan belirli uzunluktaki bir karakter dizisidir. Özet fonksiyonları ise birçok kriptografik uygulamanın temelini oluşturur. Bunun en önemli sebebi ise bu fonksiyonların tek yönlü olmasıdır. Keccak fonksiyonu bu ve benzeri parametreler çerçevesinde belirlenen son özet fonksiyonu standardıdır. Bu sebeple bu çalışmada özet fonksiyonu olarak Keccak kullanıldı. Bu fonksiyon ve rastgele üretilen bir anahtar değeri kullanılarak özet değeri üretildi. Tek Kullanımlık Şifre değeri bu özet değerinden çıkarıldı ve uzunluğu sekiz karakter olarak belirlendi. Ayrıca üreticinin mobil olarak tasarlanması güvenlik ve maliyet açısından daha avantajlıdır. Son olarak kullanılan yöntem ve üretilen değerlerin analizi yapıldı.

Anahtar Kelimeler — tek kullanımlık şifre, özet fonksiyonları, keccak.

Abstract— In this study mobile One Time Password Generator based on hash functions was designed. This generator produces One Time password value for authentication in an electronic environment. One Time Password which is fixed length strings is used as a one-time. The hash functions are the basis of many cryptographic applications. The most important reason is that these functions are the only way. Keccak is determined the last standard of hash function accordance with these and other parameters. Therefore, the hash function used in this study Keccak. By using this function and a random generated key value, the hash value is produced. One Time Password value was subtracted from this hash and the length was defined as eight characters. Additionally designing of the mobile generator is advantageous for the security and cost. Finally the method and produced value was analyzed.

Keywords — one time password, hash functions, keccak.

I. GİRİŞ

Teknolojinin gelişmesiyle internet kullanımı daha da artmaktadır. Bunun sonucu olarak internet bankacılığı gibi birçok uygulama günlük yaşamımızın bir parçası olmaktadır. Dolayısıyla bu alanlardaki güvenlik daha fazla önem kazanmaktadır. Bu güvenliğin en önemli parametrelerinden biri ise banka hesapları gibi önemli kaynaklara yetkisiz kişilerin erişememesidir.

Elektronik ortamlarda önemli kaynaklara erişimde şifreler kullanılır. Bu şifreler temelde iki sınıfa ayrılır. Bunlardan ilki olan sabit şifreler kaynaklara her erişimde aynı olduğundan birçok probleme sebep olur. Örneğin, güvensiz ağ dinlenerek şifrenin elde edilmesi veya müşterilerin şifre alışkanlıkları sabit şifrelerin elde edilmesine sebep olabilir. Bununla birlikte çalışan çerezler(cookies) veya internet tarayıcıları kullanıcı adı ve şifre değerlerini hatırlayabilir. Ayrıca bu veriler; Malware, Trojans Keylogger gibi kötü amaçlı yazılımlar ile elde edilebilir. Dahası sabit şifreler yeterli deneme sayısı ve zaman verildiği takdirde yetkisiz kişiler tarafından aşılabilir. İkinci sınıfta yer alan tek kullanımlık şifreler ise her defasında güncellenir. Tek Kullanımlık Şifre (TKŞ) elektronik ortamlarda kimlik doğrulama işlemini gerçekleştirmek amacıyla bir defaya mahsus olarak kullanılan belirli uzunluktaki bir karakter dizisidir. Bu dizi büyük-küçük harf ve rakamlardan oluşabilir. Dolayısıyla herhangi bir erişimde kullanılan şifre elde edilse bile kaynağa yeniden erişim mümkün olmaz [1].

Zaman ve matematiksel tabanlı gibi farklı TKŞ üretim yaklaşımları mevcuttur. Zaman tabanlı yaklaşımda TKŞ genellikle 'token' adı verilen bir donanım parçası ile üretilir. Bu donanımların üzerinde gerçek zamanlı ve kimlik doğrulama sunucusu üzerindeki saat ile senkronize bir saat bulunur ve zaman, algoritmanın önemli bir parçasıdır. Matematiksel yaklaşımda kullanıcı ile üretim merkezi arasında eş zamanlı çalışan bir sayaç vardır [2].

TKŞ değerlerinin dağıtımı için farklı yöntemler mevcuttur [2]. Mobil cihazların yaygın kullanımından dolayı en kullanışlı yöntemlerden biri mobil cihazlar için

geliştirilen uygulamalarla TKŞ üretilir [3]. Bu yöntemde uygulama iki kısımdan oluşur. Uygulamanın birinci kısmı mobil cihaz üzerine yüklü uygulama ikincisi ise merkezde doğrulama işlemini yapan kısımdır. Burada mobil uygulama tarafından üretilen değer merkezde üretilen değerle karşılaştırılır ve bu sonuca göre erişim kabul veya reddedilir [4].

TKŞ üretimi için farklı yaklaşımlar mevcuttur. Bunlardan en önemlisi Lamport tarafından önerilen TKŞ tasarımı tek yönlü özet fonksiyonlarının kullanımıdır [5]. Bu fonksiyonlarda başlangıç olarak bir tohum değeri alınır ve daha sonra üretilen TKŞ değerleri bu tohum değerinden türetilir. Bu fonksiyonlar tek yönlü olmaları TKŞ üretimi için hayati öneme sahiptir.

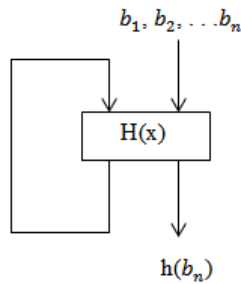
Bu çalışmada Keccak fonksiyonu kullanılarak mobil TKŞ üretici tasarlandı. Bu mobil üreteç, android tabanlı mobil cihazlara yüklenen bir uygulamadır. Burada kullanılan Keccak Ekim 2012'de NIST (National Institute of Standard and Technology) tarafından özet fonksiyonları için en son standart olarak belirlendi [6]. Ayrıca bu fonksiyon bu süre zarfında yüzlerce bilim adamı tarafından incelendi ve herhangi bir zayıflığı belirlenemedi. Bu yarışmada aday fonksiyonların değerlendirilmesinde alınan kriterler temel olarak güvenlik, hız gibi parametrelerdir. Dolayısıyla bu algoritmanın tercih edilmesinin de bu parametreler dikkate alınmıştır.

Bununla birlikte, temel yapıları yukarıda belirtildiği gibi olan TKŞ üretim sistemleri uygulamada farklı ayrıntılara sahip olabilir. Bunun sebebi ise TKŞ üreten firmalar kendi çıkarlarını zedeleyecek ve ticari sır sayılabilecek ayrıntıları açıklamaktan kaçınır. Çünkü bu yazılımlar bankalar başta olmak üzere, birçok alanda ticari ürün olarak kullanılır.

TKŞ üretiminde kullanılan değerler rastgelelik, tahmin edilemezlik gibi uluslararası standart olan NIST standartlarınınca test edilir.

A. Özet Fonksiyonları

Özet fonksiyonları rastgele uzunluktaki giriş mesajını alır ve o mesaja özgü bir özet değeri üretilir [7]. Şekil 1'de özet fonksiyonlarının genel yapısı verilmiştir. Burada ilk olarak giriş verisi eşit uzunluktaki bloklara ayrılır. Bu bloklar özet fonksiyonu tarafından sırasıyla işlenir. Son blokun işlenmesiyle bütün mesajın özet değeri üretilir.



Şekil 1. Özet fonksiyonlarının genel yapısı.

Özet fonksiyonları birçok kriptografik uygulamanın temelini oluşturur. Dolayısıyla bu fonksiyonların güvenliği uygulamanın güvenliği için çok önemlidir. Temel olarak bu fonksiyonların güvenli kabul edilmesi için üç özellik sağlamalıdır. İlk özellik herhangi bir mesaj için üretilen özet değerinden mesajın kendisi elde edilmelidir. Bu özellik özet fonksiyonlarının en temel işlevidir ve genellikle tek yönlülük olarak ifade edilir. İkinci özellik, belirli bir mesaj ve bu mesaja ait özet değeri için aynı özet değerine sahip ikinci bir mesaj hesaplanamamalıdır. Son özellik ise, tamamen rastgele seçilen iki farklı mesaj için hesaplanan özet değerleri aynı olmamalıdır. İkinci özellikte birinci mesaj bellidir ikinci mesaj hesaplanır ikincisinde ise iki metninde seçimi serbest olmaktadır. Bununla birlikte özet değerinin 128 bitten az olması önerilmez.

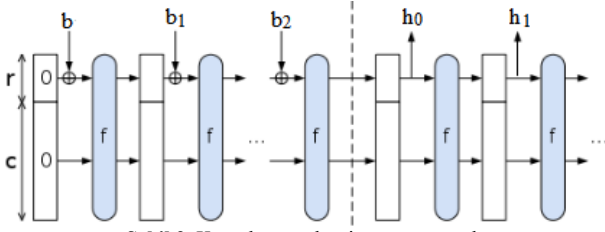
Özet fonksiyonlarına karşı düzenlenen iki tür saldırı vardır. Bunlardan ilki kaba kuvvet saldırısıdır. Bu saldırı genel olarak bütün olası uzayın araştırılmasına dayanır. Özet fonksiyonları için bu uzay özet değerinin boyutudur. Bununla beraber doğum günü çelişkisi gibi yaklaşımlarla bu uzay yarıya iner[7]. Sezgisel yöntemler ise kullanılan özet fonksiyonunun bazı zayıflıklarına dayanır. Bu yöntemlerin başarılı olarak kabul edilebilmesi için kaba kuvvet saldırılarına göre daha iyi sonuç vermelidir [8]. Örneğin SHA-1 algoritmasının özet değeri 160 bittir. Dolayısıyla çakışma dayanıklılığına karşı sağladığı güvenlik seviyesi 2^{80} 'dir. Fakat sezgisel yöntemlerle yapılan saldırılar sonucu bu seviye 2^{69} olarak bulunmuştur [8].

B. Keccak Özetleme Algoritması

Keccak özetleme algoritması Ekim 2012 de yeni özet algoritmaları standardı olarak ilan edildi. Keccak özetleme algoritması sünger (sponge) yapılarına dayanmaktadır [9]. Bu yapılarda giriş mesaj blokları önce başlangıç değeriyle XOR'lanır. İlk blok için başlangıç değeri sıfır olarak alınır, diğer bloklar için bu değer bir önceki f fonksiyonunun çıkışıdır. f Keccak yapısının çekirdek fonksiyonudur. Şifrelemede, sünger işlevi veya sünger yapıları giriş olarak herhangi bir uzunlukta bir giriş bit dizisi alır ve istenilen uzunlukta bir çıkış üretmek için kullanılır [10].

C. Blok Yapısı

Burada r ve c değerleri başlangıç vektörünü oluşturur. r işlenecek mesaj boyutunu gösterir c ise güvenlik için kullanılan bir parametredir. Başlangıç vektörü ve mesaj blokları f fonksiyonu tarafından işlendikten sonra özet değeri üretilir. Algoritmanın genel yapısı şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Keccak özet algoritmasının genel yapısı.

Keccak algoritması iki ana kısımdan oluşmaktadır.

1. Giriş veri bloklarının alındığı ve işlendiği kısım
2. Çıkış değerlerinin üretildiği kısım

Algoritmanın birinci kısmında gerçekleşen işlemler aşağıda adımlar halinde verilmiştir.

1. Öncelikle başlangıç vektörü sıfır olarak atanır ve bu değer ilk giriş değerini oluşturur. Daha sonra giriş verisi bloklara ayrılır eğer gerekiyorsa son blokta ekleme işlemi yapılır. Bu ekleme işleminde eksik bitlerin yerine 10...1 bit dizisi yazılır.

2. Birinci bloktan başlanarak sırasıyla bütün bloklar için giriş vektörünün ilk r biti blok parçasıyla XOR'lanır. Bu eğer giriş vektörünün yeni r ' bitlik parçasını oluşturur.

3. Giriş vektörü f fonksiyonu tarafından işlenir ve bu değer yeni giriş vektörünü oluşturur. Eğer bütün giriş blokları işlenmişse algoritmanın birinci kısmı sonlandırılır.

Algoritmanın ikinci kısmı ise aşağıdaki şekildedir.

Birinci kısmın sonunda oluşan giriş vektörünün ilk r biti alınır eğer gerekirse giriş vektörü f fonksiyonu tarafından yeniden işlenir ve yine r bitlik kısmı alınır. bu işlem istenilen uzunlukta özet değeri üretilene kadar devam ettirilir.

D. Keccak Çekirdek Fonksiyonu

Güvenli ve esnek bir yapıya sahip olan f çekirdek fonksiyonu sünger yapılarının temel parçasıdır. Bu fonksiyonda kullanılan başlangıç ve ara giriş vektör değerleri değişebilir. Bu değişiklik $v = 5 \times 5 \times w$ yapısıyla gösterilebilir. Çünkü $w = 2^l$, $l = 1, 2, \dots, 6$ şeklinde ifade edilir. Dolayısıyla vektör değerinin boyutu 25,50,...,1600 değerlerini alabilmektedir.

Keccak özet algoritmasında kullanılan vektör boyutuna göre fonksiyonda kullanılan tur sayısı değişmektedir. Bu değişiklik $12+2l$ ifadesiyle gösterilmektedir. Örneğin 1600 bit uzunluklu giriş vektörü için l değeri 6 olur ve tur sayısı ise $12+2l$ formülünden 24 olmaktadır. Özellikle güvenlik açısından vektör değerinin boyutunun büyük olması istenmektedir.

f fonksiyonu her turda aşağıda anlatılan beş temel işlemi gerçekleştirmektedir. Bu işlemler her tur için sırayla tekrar etmektedir.

Ø: Her 5 bitlik sütun için eşitlik (parity) hesaplanır ve komşu sütun ile XOR işlemine tabi tutulur.

P: Üçgen sayısı değerlerine göre 25 kelime değerlerinden her biri için bit düzeyinde döndürme işlemi gerçekleştirilir.

π : 25 kelime sabit bir yapıda yer değiştirme işlemi yapar.

X: $a = a \oplus (\neg b \& c)$ yapısı kullanılarak bit düzeyinde birleştirme işlemi yapılır.

ı: Giriş vektör içerisindeki değerler XOR işlemine tabi tutulur.

E. Mobil Uygulama

İnternetin gelişimiyle hayatımızın önemli bir parçasını akıllı telefonlar, tablet bilgisayarlar gibi mobil cihazlar oluşturur. Bu cihazlarda çalışması için tasarlanan ve geliştirilen yazılımlara "Mobil Uygulama" denilir [12]. Bu uygulamalar mobil cihazların kullandığı "Mobil İşletim Sistemi" ne uygun olarak yazılır ve bunlarda her işletim sisteminin sağladığı uygulama marketlerinden indirilebilir.

Mobil uygulamanın çalışacağı platforma göre tasarım ve kodlama yapılır. Hangi platformda uygulama yapılacaksa o platformun kabul ettiği dil kullanılır [13]. Eğer yalnızca android telefon ve tabletlerde çalışacaksa kullanılacak cihazın boyutlarına göre tasarımlar yapılır ve java programlama dili ile kodlama yapılır. Eğer bu uygulama windows veya apple tabanlı cihazlarda çalışacaksa cihaza göre tasarım ve platforma göre programlama dili kullanılır.

Mobil uygulamalar, aranan uygulamanın kolayca bulunabilmesi için haberler, oyunlar, müzik gibi kategorilere ayrılır. Bu uygulamalar ücretli ya da ücretsiz olabilirler. Ücretsiz uygulamaları uygulama marketinden mobil cihaza indirilip, kurulumu yapılabilir veya kaldırılabilir. Eğer mobil uygulama ücretli ise sisteme tanımlanmış olan kredi kartı ile satın alındıktan sonra cihaza yüklenebilir. Bazı internet bağlantısı üzerinden ücretsiz mesajlaşma ve konuşma imkânı sunan mobil uygulamalar da yıllık ya da aylık olarak dönemlik ücretlendirme sistemi üzerinden sunulmuş olabilirler [12].

Sonuç olarak, uygulamalar ilk başlarda standart gereksinimler için geliştirilmiş olsa da genellikle hayatı kolaylaştırmaya ve pratikleştirmeye yöneliktirler. İnternet bağlantısı ile iletişim kurulması sağlanabilir, sosyal ağlarda aktif olunabilir. Artık bilgisayarlarda kullanılan ve ihtiyaç olan uygulamaların mobil versiyonunun olması her an bu uygulamaya ulaşılabilmesi anlamına gelir. Mobil uygulamalar, bu özellikleri sayesinde insanların hayatında çok önemli bir rol oynama yolunda ilerlemektedir.

II. GELİŞTİRİLEN SİSTEM

Geliştirilen TKŞ üreten yazılım, Android tabanlı mobil cihazlarda çalışan mobil bir uygulamadır. Android Tabanlı sistemlerde yazılımın geliştirme dili java olduğundan bu uygulamada da java kullanıldı.

Geliştirilen TKŞ üretici iki ana kısımdan oluşmaktadır. Bunlardan ilki kullanıcı tarafında olan yazılım (mobil uygulama) ve diğeri TKŞ üretim merkezindeki (Sistem merkezi) yazılımdır. Kullanıcı tarafında üretilen TKŞ değeri ile banka hesabı gibi kaynaklara erişim talep edilir

ve bu talep TKŞ merkezinde üretilen değerle karşılaştırıldıktan sonra kabul veya reddedilir.

Tek Kullanımlık Şifre değerlerinin üretimi için Leslie Lamport tarafından önerilen yaklaşım kullanıldı. Bu yaklaşımla özet fonksiyonları ve bir anahtar değeri kullanılarak TKŞ değerleri üretilmektedir. Dolayısıyla üretilen TKŞ değerlerinin güvenliği kullanılan özet algoritmasının güvenliğine ve anahtar değerine bağlıdır. Üretilen şifre değerlerinin güvenliğinin en üst düzeyde olması için en son özetleme fonksiyonu standardı olan Keccak fonksiyonu kullanıldı. Bu fonksiyonda TKŞ değerinin üretilmesi için tohum değeri olarak kullanıcı ve doğrulayıcı arasında paylaşılan k gizli bir anahtar değeri kullanıldı. Bu anahtar değerine ve sayıcıya bağlı olarak TKŞ değeri üretildi. Sayıcı değeri ise her erişimde güncellenen ve kullanıcı ile doğrulayıcı mekanizma arasında eş zamanlı çalışmayı sağlayan bir değişkendir. Formül 1’de bu değer c olarak ifade edildi.

$$TKŞ = \text{kırpma}(\text{Keccak}((k, c))) \quad (1)$$

Keccak algoritması sonucunda üretilen özet değeri kırpma işlemi yapılarak sekiz karakterlik TKŞ değeri üretildi. Tablo 1’de geliştirilen sistemin 6 örnek TKŞ değeri verildi. İkinci sütunda ise anahtar değerindeki bir karakterlik değişime karşılık TKŞ değerinde gözlemlenen değişim verildi.

Tablo 1. Geliştirilen sistemin örnek çıktıları.

Anahtar Değeri	0EBF65AC017...	1EBF65AC017...
1. TKŞ Değeri	e56a5972	97328f0b
2. TKŞ Değeri	25182e01	579ef318
3. TKŞ Değeri	7fcb5690	c4d74902
4. TKŞ Değeri	ad38561e	16c80b25
5. TKŞ Değeri	51790eb6	6921f37b
6. TKŞ Değeri	489b715b	2b9e0f2a

III. SONUÇLAR

Bu çalışma Leslie Lamport tarafından önerilen ve özet fonksiyonlarını temel alan TKŞ üretim yöntemine dayanır. Dolayısıyla bu yaklaşımın gücü temel olarak kullanılan özet algoritmasının gücüne bağlıdır. Bu sebeple bu fonksiyonların en son standardı olan Keccak kullanıldı.

Keccak Ekim 2012’de NIST tarafından özet fonksiyonları için yeni standart olarak belirlendi. Bu standardın belirlenmesinde dikkate alınan ölçütler temel olarak güvenlik, hız gibi parametrelerdir. Dolayısıyla bufonksiyon yapılan yarışmada özet fonksiyonları içinde en güvenli ve en hızlı algoritma olarak belirlendi. Bundan dolayı bu çalışmada Keccak özet algoritması kullanıldı. Bu fonksiyon kullanılarak güvenli, rastgele ve tahmin edilemeyen anahtar değerleri üretildi.

TKŞ değerinin güvenliği NIST’in SP800-22b, testleri ile test edildi. Bu güvenlik testleri rastgelelik ve tahmin

edilemezlik gibi parametrelerden oluşur. Dolayısıyla üretilen TKŞ değerlerinin güvenli kabul olması için bu testlerden başarılı olması gerekir. Bu amaçla TKŞ değerlerinin üretildiği Keccak özet değerleri bu testlerle sınılandı. Tablo 2’de görüldüğü gibi bu testin sonuçları başarılıdır. Dolayısıyla bu değerlerden üretilen TKŞ değerleri de güvenlidir.

Mobil cihazların yaygın kullanımından dolayı TKŞ üretici uygulama mobil olarak gerçekleştirildi. Uygulama telefona yüklenmesiyle kolaylıkla kullanılabilir. Bu cihazlar günlük kullanıldığından ayrıca bir maliyet gerektirmez. Ayrıca sms iletimi söz konusu olmadığından böyle bir maliyet içermez. TKŞ değerlerinin güvensiz hat üzerinden iletimi söz konusu olmadığından ortadaki adam saldırısına karşı dayanıklıdır. Güvenlik için ayrıca ihtiyaç duyulursa kullanım şifresi belirlenebilir. Böylece geliştirilen yazılım daha güvenli ve daha ekonomiktir.

Tablo 2. Geliştirilen sistem tarafından üretilen sayıların NIST 800.22 testi kullanılarak bulunan test sonuçları

NIST 800.22 Testi	Pvalue	Result
Frequency Monobit Test	0,538	Successful
Frequency Test with a Block	0,042	Successful
Runs Test	0,921	Successful
Longest Run of Ones in a Block	0,317	Successful
Binary Matrix Rank	0,614	Successful
Discrete Fourier Transform	0,623	Successful
Non Overlapping Template Matching	0,719	Successful
Overlapping Template Matching	0,251	Successful
Universal Test	0,662	Successful
Linear Complexity	0,785	Successful
Serial Test	0,546	Successful
Approximate Entropy	0,056	Successful
Cumulative Sum	0,519	Successful

KAYNAKÇA

- [1] M. H. Eldefrawy, M. K. Khan., K. Alghathbar., T. H. Kim, Elkamchouchi H., " Mobile one - time passwords: two - factor authentication using mobile phones", Security and Communication Networks, Vol 5, 2012, pp. 5508–516.
- [2] Y. Kua, O. Choia, K. Kima, T. Shona, "Two-factor authentication system based on extended OTP mechanism", International Journal of Computer Mathematics, Vol 90, Issue 12, 2013.
- [3] N. Bansal, N. Singla, "Cash withdrawal from ATM machine using Mobile banking", International Conference on Computational Techniques in Information and Communication Technologies, 2016, pp. 535 – 539.
- [4] K. Subashini., G. Sumithra, "Secure multimodal mobile authentication using one time password", Current Trends in Engineering and Technology(ICCTET), 2014, pp 151– 155.
- [5] L. Lamport, "Password Authentication with Insecure Communication", Communications of the ACM, Vol. 11, 1981 no. 24, pp. 770-772.
- [6] J. Daemen, M. Peeters, G. V. Assche and Bertoni G. (2013,

- Aralık) The Keccak sponge function family. [Online].
HYPERLINK "<http://keccak.noekeon.org/>".
- [7] W. Stallings, Cryptography and Network Security Principles and Practices, Chapter 11 Cryptographic Hash Functions, Fifth Edition ed.: Prentice Hall, 2011.
- [8] Y. L. Yin, H. Yu and X. Wang, "Finding Collisions in the Full SHA-1", Advances in Cryptology – CRYPTO 2005, Lecture Notes in Computer Science, no. 3621, 2005, pp. 17-36.
- [9] J. Daemen, M. Peeters, G. V. Assche G and G. Bertoni, "Sponge Functions", in Ecrypt Hash Workshop, 2007.
- [10] J. Daemen, M. Peeters ve G. V. Assche and G. Bertoni, "On the Indifferentiability of the Sponge Construction", in EuroCrypt , 2008.
- [11] J. Pelzl, and C. Paar, Hash Functions, in Understanding of Cryptography. Berlin Heidelberg: Springer Verlag, 2010, pp. 293-317.
- [12] M. E. İncearı and M. Paksoy, Tasarımdan Programlamaya Mobil Uygulama Geliştirme, Kodlab. 2014.
- [13] B. Uslu, Android Tabanlı Mobil Uygulama Geliştirme, Kodlab. 2015.

OTOMATİK VE İNTERAKTİF BÖLÜTLEME YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Comparision of Automatic and Interactive Segmentation Methods

Serdar ALASU, Muhammed Fatih TALU

İnönü Üniversitesi
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
Malatya, Türkiye
{serdaralasu, fatihtalu}@gmail.com

Özetçe— Bu makale, otomatik ve interaktif bölütleme yöntemlerinin karşılaştırılmasını içermektedir. Her iki yöntem renkli görüntülerin bölütlenmesi için kullanılmakta ve Gauss Karışım Modelini (Gaussian Mixture Model) temel almaktadır. Otomatik bölütlemeye, kullanıcıdan her hangi bir önsel bilgi istenmeden görüntü pikselleri bölütlenir. İnteraktif bölütlemeye ise kullanıcı tarafından sağlanan önsel bilgiye ihtiyaç vardır ve bölütleme işlemi bu önsel bilgiye göre yapılmaktadır. Elde edilen sonuçlar interaktif bölütlemenin, otomatik bölütlemeye göre daha hızlı ve doğru olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler — Gauss Karışım Modeli; Otomatik Bölütleme; İnteraktif Bölütleme, Renk dönüşümü.

Abstract— This paper includes comparison of automatic and interactive segmentation methods. Both methods are used for color images segmentation and based Gaussian Mixture Model. In automatic segmentation is segmented image pixels without any prior knowledge provided by the user. Interactive segmentation needs prior knowledge provided by the user and segmentation process are based prior knowledge. Obtained results demonstrate that interactive segmentation is faster and more accurate than automatic segmentation.

Keywords — Gauss Karışım Modeli; Otomatik Bölütleme; İnteraktif Bölütleme, Renk dönüşümü

I. GİRİŞ

İmge bölütleme, imge işleme ve bilgisayarla görmenin önemli ve temel alanlarından biridir. İmge bölütlemenin amacı imgeyi anlamlı bölümlere ayırmaktır. Bölütleme süreci, imge analizinde en önemli kısımdır, çünkü sonraki süreçlerin doğruluğunu direk etkiler. İmge bölütleme sonuçları özellik çıkartma, nesne sınıflandırma ve görüntü yorumlama gibi imge analizinin alt süreçlerini etkileyecektir [1]. İmge bölütleme, imge analizi, iyileştirme, düzeltme, sıkıştırma, birleştirme, ve nesne tanıma ve takibi gibi birçok imge işleme işlemlerinde zorunlu bir adımdır. Birçok bölütleme tekniği olmasına rağmen bütün görüntü tipleri için kusursuz bölütleme yapabilen bir yöntem yoktur. İmge bölütleme için

tasarlanan yöntemler ve bu yöntemlerin başarımları, imgeden imgeye ve uygulamaya dayalı olarak değişiklik arz eder. İmge bölütleme otomatik ve interaktif yöntem olmak üzere iki sınıfa ayrılabilir.

Otomatik bölütlemeye kullanıcı etkileşimi gerektirmeden bölütleme yapılmaktadır. Otomatik bölütleme kaba bir bölütlemenin yeterli olduğu uygulamalarda fazlaca kullanılmaktadır. Literatürde otomatik bölütleme ile ilgili eşikleme [2], aktif kontur [3], level set, watershed [4] ve yapay sinir ağları temelli [5] yöntemler mevcuttur.

İnteraktif bölütleme otomatik bölütlemeye göre farklı olarak kullanıcı etkileşimine ihtiyaç duyar. Kullanıcı etkileşimi sonucu elde ettiği önsel bilgiler ile daha kesin bölütleme yapar. İnteraktif bölütleme kullanıcı etkileşimi ile gerekli bilgilerin alınması, kullanıcının sağladığı önsel bilgiyi kullanan bir bölütleme algoritmasının çalıştırılması ve bölütleme sonucunun gösterilmesi aşamalarına sahiptir [6]. Literatürde interaktif bölütleme ile ilgili Graph-Cut [7], kenar temelli bölütleme [8], Random-Walk [9], Geodesik Mesafe Tabanlı [10] gibi yöntemler bulunmaktadır.

Bu makale, Gauss Karışım Modeli temelli otomatik ve interaktif bölütleme yöntemlerinin karşılaştırılmasını içermektedir. Otomatik bölütleme de kullanıcıdan her hangi bir yardım almadan imgedeki renk bilgisini Gauss Karışım Modeli ile modelleyerek bölütleme yapılmaktadır. İnteraktif bölütleme de ise kullanıcı renkli imge üzerinde ön ve arka plan çizgileriyle belirtir ve elde edilen önsel bilgiler Gauss Karışım Modeli ile modellenerek imgeyi bölütlemektedir.

II. OTOMATİK BÖLÜTLEME METODU

Otomatik bölütleme de, görüntü hakkında önsel bilgi olmadan ve kullanıcı etkileşimi gerektirmeden, sadece görüntüdeki R, G, ve B kanallarındaki renk yoğunluk değerleri modellenerek bölütleme yapılmaktadır. Bu yöntem renk dönüşümü, vektörleşme, normalizasyon, model uydurma ve sınıflandırma olmak üzere beş

aşamadan oluşmaktadır.

Otomatik bölütleme yönteminin ilk aşaması görüntü renk uzayının dönüştürülmesidir. RGB renk uzayına sahip giriş görüntüsü Lab renk uzayına dönüştürülmektedir. Bunun nedeni Lab renk uzayı rengin insan tarafından algılanış şeklini temel alan yapısıdır. Lab modelindeki sayısal değerler, normal görme yeteneğine sahip bir insanın gördüğü tüm renkleri tanımlar. Lab modelinde bir aygıtın (sözelimi monitör, masaüstü yazıcısı veya dijital kamera) renkleri oluşturması için belirli bir renk verici öğeden ne kadar gerektiğinden ziyade rengin nasıl görüldüğünü tanımladığından, Lab modeli aygıttan bağımsız bir renk modeli olarak kabul edilir [11].

İkinci aşama Lab uzayına dönüştürülmüş giriş görüntüsünün vektörleştirilmesi aşamasıdır. Buna göre $[m,n,3]$ boyutundaki renkli giriş görüntüsü, $[mxn,3]$ şeklinde 3-boyutlu vektörel bir forma dönüştürülmektedir.

Üçüncü aşamada, vektörel olarak ifade edilen veri normalleştirilmektedir. Denklem (1)'de matematiksel olarak ifade edilen bu yöntem literatürde ortalama normalizasyon olarak bilinmektedir [12]. Buna göre $[0 - 255]$ yoğunluk değerleri içeren L, a ve b kanallarını $[-1, +1]$ aralığına dönüştürmektedir.

$$Normalize_Data = \frac{Data - ortalama(Data)}{sapma(Data)} \quad (1)$$

Dördüncü aşama normalleşen verinin modellemesi yapılmaktadır. Bunun için istatistikte en sık kullanılan modelleme yöntemlerinden Gauss Karışım Modeli (Gaussian Mixture Models) kullanılmaktadır.

Parametrik olan bu yöntem ile genellikle tek bir dağılım (örneğin Gauss) ile ifade edilemeyecek kadar büyük ve karmaşık örüntü kümelerini modelleriz. k adet karışımın olduğu bir veride, x örneğinin veriye ait olma olasılığı aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$P(veri|x) = \sum_{j=1}^k p(C_j)p(x|C_j)$$

$$\sum_{j=1}^k p(C_j) = 1$$

$$p(x|C_j) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}^{d/2} |\Sigma|^{1/2}} \exp \left[-\frac{1}{2} (x - \mu)^T \Sigma^{-1} (x - \mu) \right]$$

$p(C_j)$ ve $p(x|C_j)$ sırasıyla önsel olasılık ve benzerliği ifade etmektedir. Buna göre hesaplanan sonrasal olasılık $P(veri|x)$ şeklinde gösterilmektedir. En büyük sonrasal olasılık değerine sahip bileşen seçilerek bölütleme işlemi tamamlanır.

III. İNTERAKTİF BÖLÜTLEME METODU

İnteraktif bölütleme yöntemi, görüntüyü ön ve arka plan pikselleri şeklinde bölütleyebilmek için kullanıcıdan

önsel bilgi istemektedir. Önsel bilginin modellenmesi sonucu görüntüdeki diğer piksellerin bölütlenmesi yapılmaktadır.

İnteraktif bölütleme yönteminde de aynen otomatik bölütlemeye olduğu gibi renk dönüşümü, vektörleşme, ve normalizasyon aşamaları bulunmaktadır. Ancak model uydurma aşaması otomatik bölütlemeye farklıdır. Otomatik bölütlemeye model uydurma aşaması için tüm görüntü pikselleri kullanılırken, interaktif bölütlemeye sadece kullanıcı tarafından belirtilen pikseller kullanılarak model oluşturulmaktadır. Bu nedenle örnek ön ve arka plan piksellerin belirlenmesine ihtiyaç duyulur. Şekil-1'de interaktif bölütleme yöntemi için Matlab ortamında hazırlanan programın ara yüz ekran görüntüsü gösterilmektedir. Buna göre ön ve arka plana ait olan örnek pikseller "Fare Hareketi" veya özel bir "Dikdörtgen" seçenekleriyle seçilebilmektedir. Fare hareketi seçeneği seçildiğinde "Ön Plan", "Arka Plan" ve "İnteraktif Bölüt" seçenekleri görülmektedir. Görüntüdeki örnek ön plan piksellerini belirlemek için ilk olarak "Ön Plan" butona basılır ve görüntü üzerinde fare gezdirilir. Gezinti esnasında farenin ilk tıklanmasıyla piksel seçimi başlar, ikinci tıklanma ile seçim işlemi sonlanır. Benzer işlem arka plan piksellerinin belirlenmesi içinde yapılır. Şekil-1'de örnek ön (yeşil) ve arka (mavi) plan piksellerinin seçim aşaması gösterilmektedir.



Şekil-1 Kullanıcının ön ve arka plan çizgilerini oluşturduğu ekran

Örnek ön ve arka plan pikselleri belirlendikten sonra modelleme aşamasına geçilir. Otomatik bölütlemeye olduğu gibi Gauss Karışım Modeli yöntemi kullanılır. Böylece ön ve arka plan pikselleri ayrı ayrı karışım modeli ile modellenmektedir. Son olarak görüntüdeki her bir pikselin ön ve arka plan modellerine benzerlikleri hesaplanarak görüntü bölütlenme işlemi tamamlanmaktadır.

IV. UYGULAMA SONUÇLARI

Bu bölümde, otomatik ve interaktif bölütleme yöntemleri için yazılan Matlab kodlarının paylaşımı ve belirli görüntüler kullanılarak elde edilen sonuçların değerlendirilmesi yer almaktadır.

Şekil-1'de gösterilen "Deniz Yıldızı" görüntüsü yöntemlerin karşılaştırılması için kullanılmıştır. Şekil-2'de her iki yöntem için Matlab kodları gösterilmektedir.

```

function [OtBolImg,OtBolVec,OtTime] =
OtomatikBolultleme(img_RGB, C)
tic
Ncol = size(img_RGB,2);
Nrow = size(img_RGB,1);

% Renk dönüşümü
cform = makecform('srgb2lab');
I = applycform(img_RGB,cform);

% Vektörleşme
I = double(I)/255;
Y = reshape(I(:),Ncol*Nrow,[]);

% Normalizasyon
Y = Y - repmat(mean(Y,1), length(Y), 1);
Y = Y./repmat(std(Y,1), length(Y), 1);

% Model uydurma
options =
statset('Display','final','MaxIter',500);
gmm_obj =
gmdistribution.fit(Y,C,'Regularize',1e-
4,'Replicates',1,'Options',options);

% Görüntü pikselinin ön ve arka plan
olasılık değerlerini hesapla
gmm_posterior = posterior(gmm_obj,Y);
[~, OtBolVec] = max(gmm_posterior,[],2);

% Bölütleme sonucu
OtBolVec = OtBolVec<=1;
OtBolImg = reshape(OtBolVec,[Nrow,Ncol]);
OtTime=toc;
end

function [IntBolImg,IntBolVec,IntTime] =
InteraktifBolultleme(img_RGB)
load('interaktif_koordinat.mat');
tic
Ncol = size(img_RGB,2);
Nrow = size(img_RGB,1);

% Renk dönüşümü
cform = makecform('srgb2lab');
I = applycform(img_RGB,cform);

% Vektörleşme
I = double(I)/255;
Y = reshape(I(:),Ncol*Nrow,[]);

% Normalizasyon
Y = Y - repmat(mean(Y,1), length(Y), 1);
Y = Y./repmat(std(Y,1), length(Y), 1);

% Ön ve Arka plan modellerini oluşturun
Foreground_Pos = sub2ind([Nrow Ncol], ONpiksel(:,2),
ONpiksel(:,1));
Foreground_Lab = Y(Foreground_Pos,:);
Foreground_GMMModel = gmdistribution.fit(Foreground_Lab,2);
Foreground_Pdf = pdf(Foreground_GMMModel,Y);

Background_Pos= sub2ind([Nrow Ncol], ARKApiksel(:,2),
ARKApiksel(:,1));
Background_Lab = Y(Background_Pos,:);
Background_GMMModel = gmdistribution.fit(Background_Lab,2);
Background_Pdf = pdf(Background_GMMModel,Y);

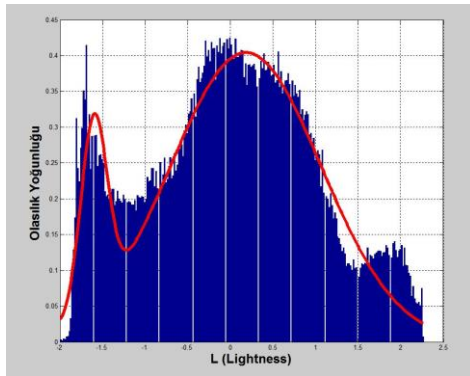
% Görüntü pikselinin ön ve arka plan olasılık değerlerini
hesapla
Foreground_Probability = Foreground_Pdf ./ (Foreground_Pdf +
Background_Pdf);
Background_Probability = Background_Pdf ./ (Foreground_Pdf +
Background_Pdf);

% Bölütleme sonucu
IntBolVec = Background_Probability < Foreground_Probability;
IntBolImg = reshape(IntBolVec,[Nrow,Ncol]);
IntTime=toc;
end

```

Şekil-2 Bölütleme yöntemlerinin Matlab kodları (ilk sütun) otomatik bölütleme (ikinci sütun) interaktif bölütleme

Hatırlanacağı gibi her iki bölütleme yönteminde RGB-Lab renk dönüşümü gerçekleştirilmektedir. Bu dönüşümün neden yapıldığını daha iyi anlayabilmek için “Deniz Yıldızı” görüntüsünün sadece L kanalına ait histogram bilgisi ve bu histogramın Gauss Karışım Modeli ile modellenışı Şekil-3’de gösterilmektedir. Buna göre Lab görüntü uzayı modellemeye daha uygundur.



Şekil-3 “Deniz Yıldızı” görüntüsünün Lab uzayındaki L kanalının Gauss Karışım Modeli sonucu

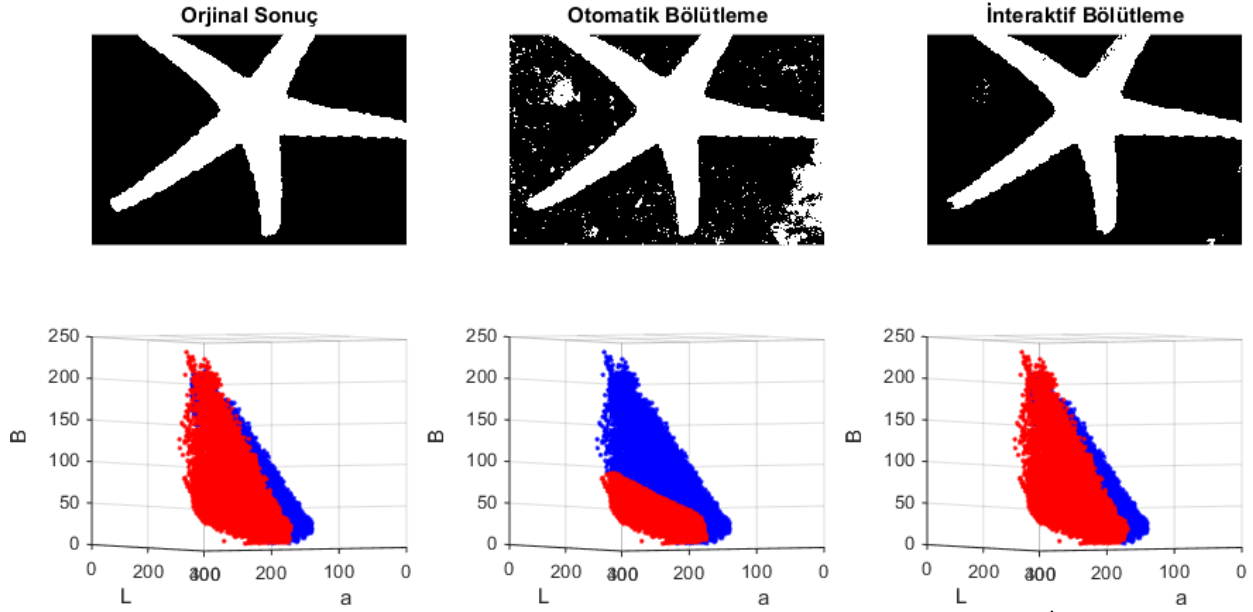
Tablo 1 ve Tablo 2’de sırayla otomatik ve interaktif bölütleme yöntemlerinin, “Deniz Yıldızı” görüntüsü için ürettikleri karışım verileri verilmektedir. Dikkat edilirse otomatik yöntem tüm pikselleri giriş alırken, interaktif yöntem sadece ön ve arka plan olarak seçilen pikselleri giriş almaktadır.

Tablo 1. “Deniz Yıldızı” görüntüsü için Otomatik bölütleme yönteminin karışım modeli bilgileri

	Tüm Görüntü Pikselleri
1. bileşen katsayısı	0.675
Ortalama	[-0.312, -0.549, -0.004]
2. bileşen katsayısı	0.324
Ortalama	[0.650, 1.144, 0.009]

Tablo 2. “Deniz Yıldızı” görüntüsü için İnteraktif bölütleme yönteminin karışım modeli bilgileri

	Ön Plan Pikselleri	Arka Plan Pikselleri
1. bileşen katsayısı	0.384	0.164
Ortalama	[-0.270, 2.605, 0.406]	[-0.352, -0.095, -1.390]
2. bileşen katsayısı	0.615	
Ortalama	[0.725, 1.655, 0.229]	[-0.972, -0.341, -0.851]



Şekil-4. Bölütleme sonuçları (ilk sütun) Orijinal (gerçek) sonuç (ikinci sütun) Otomatik Bölütleme (üçüncü sütun) İnteraktif Bölütleme

Şekil-4’de otomatik ve interaktif bölütleme yöntemlerinin “Deniz Yıldızı” görüntüsü üzerine uygulama sonuçları gösterilmektedir. İlk satırda bölütleme sonuçları, ikinci satırda ise bu sonucun 3-boyutlu Lab renk uzayındaki görsel hali verilmektedir. İlk sütunda orijinal sonuç yer almaktadır. Bu sonuç her hangi bir algoritma tarafından değil, uzman bir kullanıcı tarafından elde edilen ve istenilen gerçek sonuçtur. İkinci ve üçüncü sütunlarda ise sırayla otomatik ve interaktif bölütleme sonuçlarını gösterilmektedir. Bu sonuçlardan da net bir şekilde görüldüğü gibi interaktif bölütleme yöntemi gerçek sonuca oldukça benzer bir sonuç üretmektedir.

Tablo-3’de her iki yöntemin zaman, kesinlik, hassasiyet, doğruluk ve F_1 skor değerleri açısından kıyaslaması yapılmaktadır. Görüldüğü gibi interaktif bölütleme, hem daha doğru, hem de daha hızlı bir bölütleme yöntemidir.

Tablo 3. “Deniz Yıldızı” görüntüsü için Otomatik ve İnteraktif bölütleme yönteminin karşılaştırılması

	Zaman (sn)	Kesinlik	Hassasiyet	Doğruluk	F_1 Skoru
Otomatik Bölütleme	0.529	0.998	0.911	0.933	0.953
İnteraktif Bölütleme	0.127	0.987	0.998	0.989	0.992

V. SONUÇ

Bu çalışmada, Gauss Karışım Modeli temelli otomatik ve interaktif bölütleme yöntemlerinin renkli görüntüler üzerindeki performansları değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, interaktif bölütlemenin otomatik bölütlemeye göre daha doğru ve hızlı bir yöntem olduğunu kanıtlamaktadır.

KAYNAKÇA

- [1] H. Renjini and P. Bhagavathi Sivakumar, “Comparison of Automatic and Interactive Image Segmentation Methods”, International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), vol. 2, no. 6, pp. 3162-3170, 2013.
- [2] C. M. Smith, et al. Automatic thresholding of three-dimensional microvascular structures from confocal microscopy images. J. Microscopy, 225(3):244–257, 2007.
- [3] M. Kass, A. Witkin, and D. Terzopoulos. Snakes: Active contour models. International Journal of Computer Vision, 1(4):321–331, 1987. 179.
- [4] V. Grau, A. U. J. Mewes, M. Alcaniz, R. Kikinis, and S. K. Warfield. Improved watershed transform for medical image segmentation using prior information. IEEE Trans. Med. Imag., 23(4):447–458, 2004.
- [5] A. Pitiot, A.W. Toga, N. Ayache, and P. Thompson. Texture based MRI segmentation with a two-stage hybrid neural classifier. In Proc. World Congress Computational Intelligence/INNSIEEE Int. Joint Conf. Neural Networks, pages 2053–2058, 2002.
- [6] Alasu Serdar, and Muhammed Fatih Talu. "Interactive segmentation implementation." 2015 23rd Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU). IEEE, 2015.
- [7] Boykov Y, JollyM(2001) Interactive graph cuts for optimal boundary & region segmentation of objects in nd images. In: Proceeding of 8th IEEE international conference on computer vision, ICCV 2001, IEEE, vol 1, pp 105–112
- [8] Mortensen E, Barrett W (1998) Interactive segmentation with intelligent scissors. Graph Models Image Process 60(5):349–384
- [9] Grady L (2006) Random walks for image segmentation. IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell 28(11):1768–1783
- [10] Bai, X., Sapiro, G, “A geodesic framework for fast interactive image and video segmentation and matting.” In: Proceedings of International Conference on Computer Vision (ICCV), pp. 1–8 (2007)
- [11] Photoshop / Renk modları, <https://helpx.adobe.com/tr/photoshop/using/color-modes.html>.
- [12] Ortalama normalizasyonu, [https://en.wikipedia.org/wiki/Normalization_\(statistics\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Normalization_(statistics))

TÜBERKÜLOZ BAKTERİLERİNİN (BASİL) TESPİT ALGORİTMALARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Comparing Algorithms of The Mycobacterium
Tuberculosis (bacillus) Detection.

Zehra BOZDAĞ
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
İnönü Üniversitesi
Malatya, Türkiye
zehrabozydag@hotmail.com

M.Fatih TALU
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
İnönü Üniversitesi
Malatya, Türkiye
fatihthalu@gmail.com

Özetçe—Tüberküloz, dünyada en çok ölüme neden olan bulaşıcı hastalıktır. Hastalığın doğru ve hızlı teşhisi için mikroskopik imgelerin analizi önemli bir yer tutar. Bu amaçla geliştirilen uygulamada, imge bloklanarak, içerisindeki basillerin bulunması hedeflenmiştir. Eğitim verisi 702 imge parçası içerisinde basil ve basil olmayan noktalar seçilmiştir. Basil ve basil olmayan piksellerin renk bant değerleri özellik olarak alınarak sınıflandırmaya tabi tutulmuştur. Sınıflandırıcı olarak tek katmanlı yapay sinir ağı kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, özgülüğü ve hassaşığı %95 olan Khutlang yöntemi ile karşılaştırılmıştır [14]. Yöntem, bileşen sınıflandırıcılar kullanarak bölütlediğı imgeden geometrik değışilmez özellikler elde edilmekte ve Fisher dönüşümü kullanılarak özellik vektörünün boyutu indirgenmektedir. Objelerin sınıflandırması için k-en yakın komşuluk algoritması(Knn), sınıflandırıcı kullanılmaktadır. Geliştirilen yöntem Khutlang yöntemi ile kıyaslanarak artı ve eksi yönleri irdelenmiştir. Sonuç, geliştirilen yöntemin daha hızlı olmasına rağmen doğruluk açısından Khutlang yönteminin daha başarılı olduğı gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: knn, Tüberküloz, mikroskopik imgelerin bölütlenmesi, obje sınıflandırılması, piksel sınıflandırılması, yapay sinir ağı.

Abstract— Tuberculosis (TB) is an infectious disease that causes most deaths in the world. Analysing of microscopic image is important for accurate and rapid diagnosis of the disease. For his purpose, we develop a technique to block the image to find the bacillus. 702 patches of the image which have bacillus and non bacillus points has been selected for training data. Three band color of each points has been selected as a feature vector for classification. The classification algorithm is single layer neuron network. The result from developed method is compared with the Khutlang method which claimed %95 sensitivity and specificity for identifying bacillus in the image[9]. The method using combination classifiers for segmentation then extracting the

geometric invariant features for classification. The dimension of the feature vector is reduced by fisher transformation. Finally, k nearest neighbors (Knn) classification using classify the feature set. Developed method is compared with the Khutlang method to analysing strong and weak points of the developed method. As a result, the developed method is faster than Khutlang but the accuracy of the Khutlang method is higher.

Keywords — knn, Tuberculosis, microscopic image segmentation, object classification, pixel classification, artificial neuron network.

I. GİRİŞ

Tüberküloz (TB) hastalığı tüberküloz mikrobakterisinden kaynaklanmaktadır. Bu mikrobakteri dünyanın her yerinde bulunmakta ve genellikle ciğerleri etkilemektedir. Bakterinin bulaştığı insanların % 10 nu hayatlarında TB hastalığını geçirmektedirler. Tüberküloz hastalığı iyileştirilebilen ve önlenilebilen bir hastalıktır. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), TB ölümlerinin 2030 yılı için %90 azaltılması hedeflenmektedir. Yaygın bir şekilde görülen ülkelerde hasta sayısının hızlı bir şekilde azaldığını belirtmektedir [1]. Hastalığını farklı teşhis yöntemleri bulunmaktadır. Yöntemlerinde bir tanesi boyalı balgam yaymadır. Bu yöntem diğerlerine göre daha hızlı sonuç vermektedir. Yöntemde, aside dayanıklı boyama tekniğın olan Ziehl-Neelsen (ZN) lekeli yöntemi kullanılır. Yöntem ile elde edilen imgelere görüntü işleme teknikleri kullanılarak, otomatik TB taraması gerçekleştirilir. Otomatik TB taramasının amacı tarama sürecini hızlandırmak ve patoloğlara bağımlılığı azaltmaktır [2].

Balgam yayma örnek imgeleri içerisinde TB tanımlama ilk çalışmaları Veropoulos [3] ve Forero [4] başlatmıştır. İmge içerisinde TB bulunmasında Candy kenar bulma yöntemi

kullanılmıştır [3] [4]. Kenar bulma yöntemleri fluorescence mikroskop imgelerinde işe yararken arkaplan çeşitliliği olan ZN boyalı imgelerde işe yaramamaktadır.

Arkaplan çeşitliliği nedeniyle piksel sınıflandırma kenar bulma yöntemine göre daha iyi sonuç vermektedir. Bu amaçla, birçok sınıflandırma kullanılmıştır; Raof[5] kural tabanlı bölütleme, Khutlang[6] Gauss Karışım modelini, Lenseigne [7] SVM sınıflandırma, Sadaphan [8] Bayesian sınıflandırma, Osman [9] Kmeans kullanmıştır. Govindan [10] bölütleme işlemi için, dekorelasyonunu kmeans ile hemen hemen aynı sonucu verdiğini, dekorelasyon yönteminin daha hızlı olduğunu belirtmiştir.

Piksel sınıflandırılmasından sonra elde edilen imge Costa [11] kural tabanlı filtre uygulayarak basil tespiti yapmış. Forero[12] basil adaylarının kenar bilgilerinin fourier katsayılarını, Hu momentleri ve diğer şekil özellikleri kullanarak sınıflandırma ağacı oluşturarak basil tespiti yapmış. Osman [9] imge içerisindeki basil adaylarının momentlerinin tek katmanlı ileri beslemeli ağ kullanarak sınıflandırmıştır. Costa [13] şekil özelliklerinden Eccentricity özelliğinin basil tespitinde en belirleyici özellik olduğunu belirtip, bu değere göre tespit yapmıştır. Khutlang[6] Gauss Karışım modeli ile basil tespiti yapmıştır.

Bu çalışma, 2. bölümde Khutlang yöntemi, 3. bölümde geliştirilen yöntem, 4. bölümde Khutlang ve geliştirilen yöntemin deneysel sonuçları, en son bölümde ise değerlendirmeler şeklinde sunulmuştur.

II. KHUTLANG YÖNTEMİ

1. Segmentasyon işlemi

Khutlang geliştirdiği yöntemde, imge ilk olarak piksel sınıflandırmaya tabi tutularak bölütlenmektedir. Kullanılan sınıflandırıcılar; Bayes sınıflandırıcı, lojistik doğrusal sınıflandırıcı ve karesel diskriminant sınıflandırıcıdır. Eğitim verisi için, 10x10 boyutunda basil imgesinde 50 örnek +1 olarak etiketlenmiştir. Aynı şekilde imge içerisinde basil olmayan lekelerden ve arkaplandan 50 örnek -1 olarak etiketlenmiştir.

Birleştirilmiş Sınıflandırıcılar, birleştirme kuralları kullanarak sınıflandırma algoritmalarının birleştirilmesidir. Kullanılan bütün sınıflandırıcılar her bir piksel için basil ve basil olmama olasılıkları hesaplanmaktadır. Her bir piksel için elde edilen olasılık değerleri çarpılarak elde edilen sonuca göre piksel en yüksek değere sahip sınıfa yerleştirilmektedir.

2. Özellik Çıkarılması

Fourier tanımlayıcılar, imge içindeki objelerin sınır piksellerinin Fourier Dönüşüm yapılarak, Fourier katsayıları özellik olarak alınmaktadır.

Genelleştirmiş renk momentleri, Fourier katsayıları gibi geometrik değişikliklere karşı değişmezler.

Yoğunluk (Compactness); imgedeki obje çevresi, objenin kenar piksel sayısıdır. Obje alanı, objenin toplam piksel sayısıdır. Yoğunluk, obje alanı ile çevre uzunluğuna sahip daire alan oranıdır.

Eccentricity, bir objenin minör ve majör eksenlerin oranıdır.

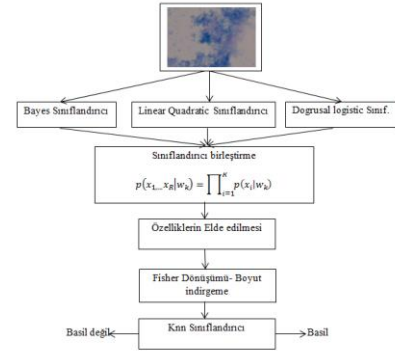
Son özellikler olarak objenin merkezindeki pikselin her bir renk kanalı, şeklin bütün ve sınır piksellerinin renk ortalamaları, objenin bütün ve kenar piksellerinin standart sampsı.

3. Özellik Boyutu indirgeme

Fisher mapping kullanarak özelliklerin boyutu indirgenmiştir.

4. Objelerin Sınıflandırılması

Khutlang birden fazla sınıflandırıcı kullanılmıştır. En yüksek doğruluğa sahip olan Knn sınıflandırıcıdır [9]. Şekil 1. Yöntemin uygulama şeması görülmektedir.



Şekil 1. Khutlang yöntem şeması.

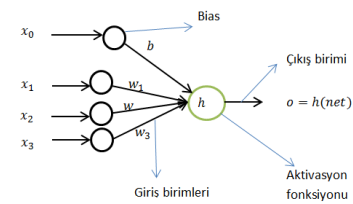
III. GELİŞTİRİLEN YÖNTEM

İmge bloklama yöntemi kullanılarak sınıflandırılmıştır. Bloklama yöntemi, imge belli aralıkta seçilen çerçeve boyutuna göre bloklanmaktadır. Şekil 2. Örnek olarak ortalama hesaplama işlemi için bloklama görülmektedir. Her bir blok özellik vektörüne dönüştürülmektedir, her bir renk bandı için aynı işlem gerçekleştirilmektedir ve arka arkaya dizilerek özellik vektörü oluşturulmaktadır.



Şekil 2. Ortalama hesaplama işlemi için bloklama görünümüdür.

Sınıflandırma işlemi için tek katmanlı radyan tabanlı yapay sinir ağı kullanılmıştır. Yapay sinir ağları (YSA) insan beyninin çalışma şekli basit bir şekilde taklit edilerek, geliştirilmiş bir yapıdır. Şekil 3. Bir sinir hücresinin matematiksel modeli görülmektedir.



Şekil 3. Bir sinir hücresinin matematiksel modellemesi.

$$net = \sum_{j=1}^m w_{ij}x_j - b_i \quad (1)$$

$$o = h(\sum_{j=1}^m w_{ij}x_j - b_i) \quad (2)$$

$h(.)$ aktivasyon (etkinleştirme) fonksiyonu; b_i , i . işlem elemanının bias değeridir. İşlem elemanları giriş ve çıkış birimleri olarak iki bölümden oluşmaktadır. w_{ij} Ağırlık değerleri x_j giriş elemanları ile çarpılır ve toplanarak net elde edilir. Elde edilen net girdi, aktivasyon fonksiyonundan geçirilerek hücrenin bu girdiye karşılık vereceği çıkış belirlenir. Genellikle aktivasyon fonksiyonları doğrusal olmayan fonksiyonlardan seçilir, örneğin sigmoid fonksiyonu. Aynı zamanda geri beslemeli ağlar için türevi kolay alınabilen bir fonksiyon olmasına dikkat edilir. i . işlem elemanının net değeri Denklem 2. ile elde edilir [15].

$$h(net) = \text{tansig}(net) = \frac{2}{1 + \exp(-2net)} - 1 \quad (3)$$

Denklem 3. Tan-sigmoid aktivasyon fonksiyonunu vermektedir. Fonksiyonun çıkışları -1 ile 1 değerleri arasında değişmektedir.

IV. DENEYSEL SONUÇLAR

Çalışmamızın amacı, Aside dayanıklı boyama tekniğinin olan ZN-lekeli yöntemi ile boyanan mikrobakteri örnek imgeleri içerisindeki tüberküloz mikrobakteri tespitini yapmaktır. Boyama sonrası renksizleştirme işleminde yapılmakta, tüberküloz mikrobakteri kırmızı-mor renge mikrobakteri haricindekiler mavi-yeşilimsi renge bürünmektedir.

Khutlang yöntemi uygulanarak, geliştirilen yöntem değerlendirilmiştir. Khutlang yöntem, bölütleme işlemi için belirtilen sınıflandırıcılara imgenin üç renk uzayı özellik vektörü olarak kullanılmıştır. Bir sonraki aşama, özellik çıkarılması ve sınıflandırma bölümleri için, eğitim verisi olarak 20 imgeden 157 obje elde edildi, bu objelerin 112 tanesi basil olarak 52 tanesi boyama sonucu oluşan lekeler non-basil olarak etiketlendi. Her bir objenin özellikleri elde edildi ve Fisher dönüşüm uygulanarak, özellik vektörünün boyutu indirgendi. Knn sınıflandırma kullanılarak sınıflandırıldı. Elde edilen sonuçlar Şekil 4. görünmektedir.

Geliştirilen yöntem, 20 imgeden eğitim verisi için 502 patch(parça) alındı, bu parçaların 206 basil, 296 non-basil yani imge içindeki lekeler ve arkaplan olarak elde edildi. Her bir parçadan pozitif (basil) negatif (non-basil) noktalar seçildi. Her bir nokta merkezine 11x11 büyüklüğünde pencere yerleştirilerek piksel değerleri alınmaktadır. Özellik vektörü 363 ([R G B] [121 121 121]) boyuta sahip toplam 43176 veri bunların 7921 pozitif 35255 negatiftir. Oluşturulan veri kümesi YSA sınıflandırıcı kullanılarak sınıflandırıldı. Uygulama sonuçları Şekil 5. görünmektedir.

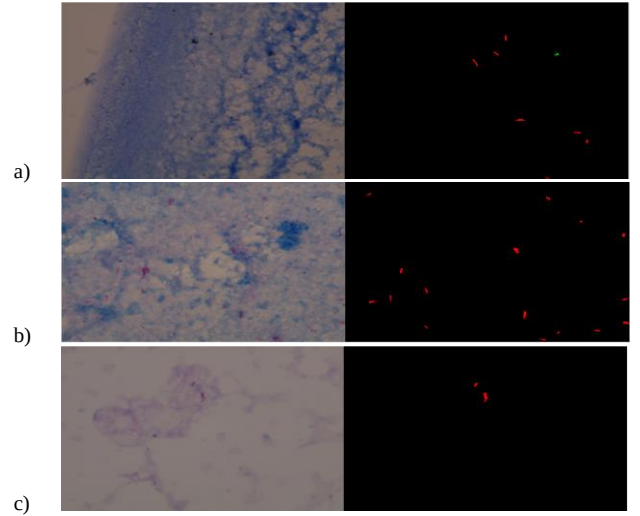
Khutlang yöntemi ve geliştirilen yöntem 50 farklı mikroskopik imge üzerinde uygulanmıştır. Uzman kişiler tarafından yapılan bölütleme sonucu, uygulamalardan elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. Doğruluk, duyarlılık ve özgüllük değerleri hesaplanıp Tablo 1. de görünmektedir. Kullanılan karşılaştırma metrikleri Denklem (4), (5) ve (6)'deki gibi hesaplanmaktadır.

$$\text{Duyarlılık} = \frac{\text{Doğru Pozitif (DP)}}{\text{Doğru Pozitif (DP)} + \text{Yanlış Negatif (YN)}} \quad (4)$$

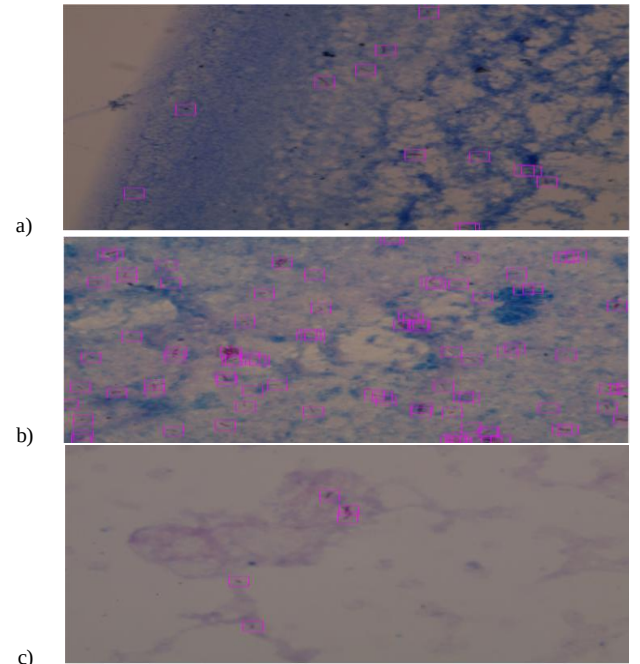
$$\text{Özgüllük} = \frac{\text{Doğru Negatif (DN)}}{\text{Doğru Negatif (DN)} + \text{Yanlış Pozitif (YP)}} \quad (5)$$

$$\text{Doğruluk} = \frac{DP + DN}{DP + YP + YN + DN} \quad (6)$$

Denklemlerdeki DP, uygulama sonucu pozitif çıkan gerçek pozitif sayısı; YP, uygulama sonucu pozitif çıkan yanlış pozitif sayısı; YN, uygulama sonucu negatif çıkan gerçek pozitif sayısı; DN, uygulama sonucu negatif gerçekte de negatif sayısını belirtmektedirler.



Şekil 4. Khutlang Yöntemi: Test imgeleri ve ilgili sonuçlar (a) (b) (c)



Şekil 5. Geliştirilen Yöntem test sonuçları (a) (b) (c)

Tablo 1’de Khutlang yöntemin % 87.89 doğruluk oranı ile mikroskopik imgeleri obje tespitinde geliştirilen yönteme göre başarılı olduğunu göstermektedir. Geliştirilen yöntemin % 78.38 doğruluk oranı olmasına rağmen %98.29 özgüllükle Khutlang yöntemin göre daha yüksek bir değer almıştır. Tablo 2’ de iki yöntemin bir imgedeki basil tespiti için harcanan ortalama süre verilmiştir. Geliştirilen yöntem, Khutlang yöntemine göre daha hızlı sonuç verdiği gözlenmektedir.

TABLO I.
HER BİR YÖNTEMİN PERFORMANSI

Yöntem	Doğruluk (%)	Duyarlılık (%)	Özgüllük (%)
Khutlang Yöntem	87.89	96.64	84.35
Geliştirilen Yöntem	78.38	33.33	98.29

TABLO II.
HER BİR İMGE İÇİN HARCANAN ORTALAMA SÜRE

Yöntem	Ortalama harcanan süre (sn.)
Khutlang Yöntem	8.0138
Geliştirilen Yöntem	7.6097

V. DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada YSA sınıflandırıcı kullanılarak mikroskopik imgelerde obje tespit edilmesi amaçlanmıştır. Geliştirilen yöntem, doğruluk, özgüllük ve duyarlılıkta yüksek değerlere sahip olan Khutlang yöntemi ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonucu, Khutlang yönteminin, mikroskopik imgelerde obje tespiti yüksek duyarlılığa sahip olmasına rağmen doğruluk değerinde düşüş görülmektedir. Bunun sebebi belirli bir veri seti olmaması ve imge çeşitliğinin fazla olmasıdır. Geliştirilen yöntem özgüllük değeri Khutlang yöntem değerinden yüksek olsa da doğruluk açısından düşük bir seviyededir. Geliştirilen yöntemin basil tespiti için harcanan süre daha kısa olduğu gözlenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] WHO, Tuberculosis fact sheets, 2016 [Online]. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs104/en/>
- [2] A. Van Deun, A. Salim, E. Cooreman, M. Hossain, A. Rema, N. Chabugonj, M. Hye, A. Kawria, and E. Declercq, “Optimal tuberculosis case detection by direct sputum smear microscopy: how much better is more?” *Int. J. Tuberc. Lung Dis.*, vol. 6, no. 3, pp. 222–230, Mar. 2002.
- [3] K. Veropoulos, G. Learmonth, C. Campbell, B. Knight, and J. Simpson, “Automated identification of tubercle bacilli in sputum – a preliminary investigation,” *Anal. Quant. Cytol. Histol.*, vol. 21, no. 4, pp. 277–281, Aug. 1999.
- [4] M. Forero, E. Sierra, J. Alvarez, J. Pech, G. Cristobal, L. Alcala, and M. Desco, “Automatic sputum colour image segmentation for tuberculosis diagnosis,” *Proc. SPIE*, vol. 4471, pp. 251–261, 2001.
- [5] Raof, R. Salleh, Z., Sahidan, S. I., Mashor, M. Y., Md Noor, S. S., Idris, F. M. & Hasan, H., “Color Thresholding Method For Image Segmentation Algorithm of Ziehl- Neelsen Sputum Slide Images”, *Proceedings of 5th International Conference on Electrical Engineering, Computing Science and Automatic Control*, pp. 212–217, 2008
- [6] R. Khutlang, S. Krishnan, A. Whitelaw, and T. S. Douglas, “Detection of tuberculosis in sputum smear images using two one-class classifiers”, *J. Microsc.-Oxford*. 2010;237:96–102.
- [7] B. Lenseigne, P. Brodin, T. Christophe, and A. Genovesio, “Support vector machines for automatic detection of tuberculosis bacteria in confocal microscopy images,” in *Proc. 4th IEEE Symp. Biomed. Imag.*, Arlington, VA, 2007, pp. 85–88.
- [8] P. Sadaphal, J. Rao, G. Comstock, and M. Beg, “Image processing techniques for identifying Mycobacterium tuberculosis in Ziehl–Neelsen stains,” *Int. J. Tuberc. Lung Dis.*, vol. 12, no. 5, pp. 579–582, May 2008.
- [9] Osman MK, Mashor MY, Jaafar H. “Tuberculosis Bacilli Detection in Ziehl-Neelsen-Stained Tissue using Affine Moment Invariants and Extreme Learning Machine.” 2011 IEEE 7th International Colloquium on Signal Processing and its Applications (CSPA); 4–6 March 2011; Penang, Malaysia 2011. p. 232–6.
- [10] L. Govindan, Padmasini, N. M. Yacin “Automated Tuberculosis Screening using Zeihl Neelson Image” 2015 IEEE International Conference on Engineering and Technology (ICETECH), 2015 IEEE International Conference, Coimbatore, TN, India.
- [11] Costa Filho CFF, Costa MGF, Kimura Junior A. “Autofocus functions for tuberculosis diagnosis with conventional sputum smear microscopy.” In: Méndez-Vilas, A. editor. *Current Microscopy Contributions to Advances in Science and Technology*. Badajoz: Formatex; 2012. p. 13–20.
- [12] Forero, M. G.; Cristobal, G. and Borrego, J. A., 2003, *Automatic Identification Techniques of Tuberculosis Bacteria*, SPIE Proceedings Of The Applications Of Digital Image Processing XXVI, Vol.5203, pp. 71–81, ISBN 0-8194-5076-6, San Diego, CA, Aug. 2003, SPIE, Bellingham WA
- [13] Costa Filho CFF, Costa MGF, Kimura Junior A. “Autofocus functions for tuberculosis diagnosis with conventional sputum smear microscopy.” In: Méndez-Vilas, A. editor. *Current Microscopy Contributions to Advances in Science and Technology*. Badajoz: Formatex; 2012. p. 13–20
- [14] Khutlang R., Krishnan S., Dendere R., Whitelaw A., Veropoulos K., Learmonth G., and Douglas T., “Classification of Mycobacterium tuberculosis in Images of ZN-Stained Sputum Smears” *IEEE Transactions On Information Technology In Biomedicine*, vol. 14, no. 4, July 2010
- [15] Das, R., I. Turkoglu, and A. Sengur, “Effective diagnosis of heart disease through neural networks ensembles.” *Expert Systems with Applications*, Elsevier, 2009. 36 (2009): p. 7675–7680.

An Alignment Algorithm for DNA Sequences Using Quality Information

Deniz TANIR

Mathematics
Ege University
Izmir, Turkey
tanirdeniz35@gmail.com

Abstract— DNA sequence alignment is one of the main research area of bioinformatics. It is very important research area to explore sequence-structure-function relationships of nucleic acid or protein sequences. In this paper, we propose a DNA sequence alignment algorithm and computer program. The algorithm generates and uses N-gram model sequences. We use Boyer-Moore in our algorithm to find subsequences in DNA sequences and we create tree structure with subsequences.

Key words: bioinformatics, sequence analysis, software, dna

I. INTRODUCTION

As a result of comparisons with existing sequences which is in gene databases, we can obtain important information like point mutations, deletions and insertions about a new gene. Aligning short and small number sequences can be seen easy and fast but there are many different possible alternative results. In addition, aligning manually is very hard because of in large quantities sequences with different size. For this reason to use advanced alignment algorithms is important.

Sequence alignment is to find differences and similarities between the sequence fragments. The sequence alignment is a important interest area of computer science. So the science of genetics, bioinformatics and computer science requires a multi-disciplinary working. These departments work to develop faster and efficient algorithms and technologies for large biological databases.

There are many trace file formats such as SCF [1], ZTR, ABI. These files contain the trace amplitudes, the base calls, their confidence values, and textual data about the particular sequencing experiment such as its chemistry machine type and operating conditions, etc. An extensive list of the common textual data associated with individual trace files is given at National Center for Biotechnology Information trace repository, (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Traces>). Through the use of publicly available library of NET Bio (<http://www.biocodeplex.com>), program can read the files written by using these formats and display their contents. The program can be used to locate and mark the extent of low quality data at each end of the sequence and the positions of

vector sequences. It also enables the user to edit the base calls, though any edits made are normally saved to the reading's experiment file [6].

A typical display from program is shown in Figure 1. In the main display of the program, there are two input areas for FASTA and NCBI inputs. The user interface of the program is enriched with help icons and menus. It includes many functions like importing DNA sequences from different sources, opening ABIF file formats, saving base calls. The program can reverse sequences and convert FASTA sequences to RAW data. In addition it can align DNA sequences by developed algorithm and use quality information of sequences [19].

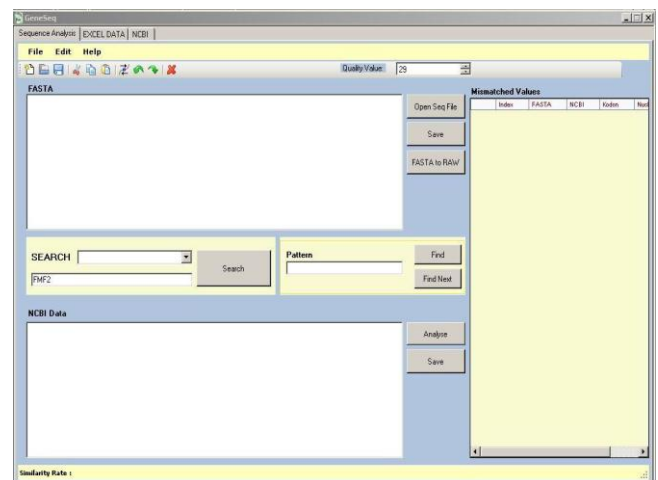


Fig. 1. A typical display from program

II. MATERIALS AND METHODS

In order to evaluate the performance of program for computational experiments were carried out on Intel Core i7 4700HQ 2.4 GHz CPU with 32GB of RAM running Windows 8.1 64-bit Edition. The algorithm was implemented in Visual Studio C# with .Net Framework 4.5 version.

Accurate base-call quality scores are essential for producing finished sequences. Calculating accurate quality

scores is a complex problem, due in part to variations in sequencing machines and techniques [13]. However, all modern capillary sequencing instruments use base-calling software that calculates quality scores, so virtually all recent chromatogram trace files include them.

Consequently, trace files processed with program are expected to include quality scores, and program represents bases which have low quality by Ns depending on parameter of quality level determined by user. Moreover, program can trim regions of low quality from the beginning and the end of the sequences. Because low quality means that the observed read sequence is possibly wrong, and the wrong sequence may lead to a wrong alignment. The user can also directly edit the sequence from within the viewing window. Editing includes unlimited undo and redo operations functionality.

The program runs on PCs using the Windows operating system and has several useful functions including a base-calling feature. Program can compare the trace patterns of four bases automatically and reports the results of comparison, therefore users check the base-calling result. Finally, users can decide whether reads of machine is confident or not.

Researchers need to generate a consensus sequence from matching forward and reverse sequencing reads. Consequently, it is required to compute a pairwise global alignment of the raw forward and reverse sequences.

The algorithm generates and uses N-gram model sequences. It generates N-gram list which consists of subsequences such as m-grams, (m-1)-grams up to 1-grams, if required, for a sequence of length m. After that, generated subsequences are searched in sequences by using string search algorithms. The found subsequences are located in a tree structure. In this structure, the sequences are vertices. The found subsequences are connected to the sequence and added as a new vertex in the tree structure.

Given the following sequences

A= CCTCTGTGGCAAGGCATTCGATAGC

B= CCGCTGTGGCAAAGCATTCGATAGC

where sequence A is from a patient and sequence B is from gene bank, let us run the algorithm. Firstly, N-grams are generated and N-gram list is created from two sequences. In this list, the first element is n-gram where n is the length of sequences.

Since the length of the sequence A and B is 25, n is taken as 25. It means that the sequences are compared completely. It is seen that two sequences aren't similar to each other when they are compared. Then, (n-1)-grams are generated for sequence A.

24-grams for sequence A is given below.

(A₂₄)₁= CTCTGTGGCAAGGCATTCGATAGC

(A₂₄)₂= CCTCTGTGGCAAGGCATTCGATAG

The N-grams generated from vertex sequences located in tree structure of sequence A are searched in sequences located in tree structure of sequence B. The process of generating N-

grams from sequence A continues until any subsequence of A is found in tree structure of sequence B.

In the following example, a 9-grams of sequence A is found in sequence B.

Sequence B contains (A₉) = CTGTGGCAA in its 3rd index. This sequence is stored with the information of location and content. As shown in Figure 2, the subsequences of sequence A except for the found sequence are located in tree structure of sequence A. The same procedure is applied for tree structure of sequence B, as well.

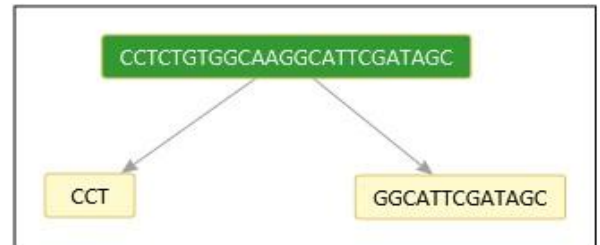


Fig. 2. The tree structure of sequence A (Step 1)

The next element in the queue is "CCT" for sequence A. On the other side, the next element in the queue is "CCG" in tree structure of sequence B. When the procedure is implemented for these sequences, 2-grams "CC" of sequence A is found in subsequence "CCG" of sequence B. This sequence is located in the first index of sequence B. As illustrated in Figure 3, subsequence "T" is located in the tree structure of sequence A.

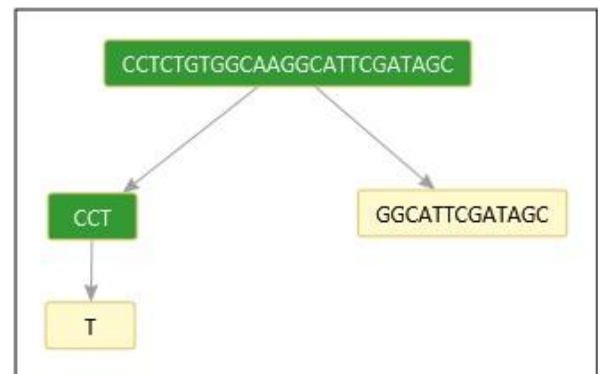


Fig. 3. The tree structure of sequence A (Step 3)

The next element in the queue is subsequence "GGCATTCGATAGC" for sequence A. On the other hand, the next element in the queue is "AGCATTCGATAGC" in tree structure of sequence B. When the procedure is implemented for these sequences, 12-grams "GCATTCGATAGC" of sequence "GGCATTCGATAGC" is found in sequence "AGCATTCGATAGC". This sequence is located in the 13rd index of sequence B. As shown in Figure 4, subsequence "G" is located in the tree structure of sequence A.

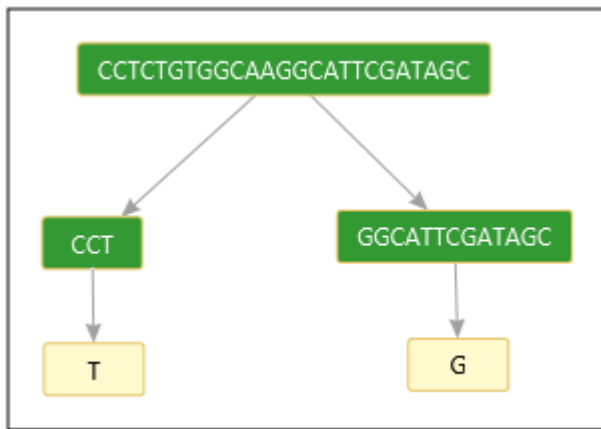


Fig. 4. The tree structure of sequence A (Step 4)

Considering Figure 4, the alignment result of sequence A and sequence B is shown below,

A = CCTCTGTGGCAAGGCATTTCGATAGC
B = CCGCTGTGGCAAAGCATTTCGATAGC

where the underlined characters are the mismatched characters.

In the program, we use our DNA sequence alignment algorithm that generates N-gram model and uses tree structure developed based on the characteristics of DNA fragments. As shown in Figure 6, we can see result of an example of alignment. In result, red colour “N” characters show low quality trace data and other red colour characters which are “A”, “G”, “T” and “C” show mismatch characters.

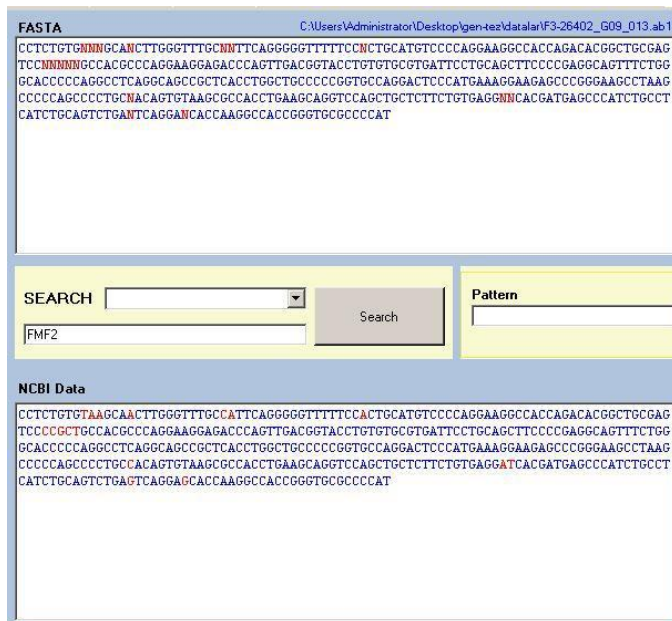


Fig. 5. The example of alignment result

III. RESULTS

In literature we can see many alignment algorithms like Needleman-Wunsch, Smith-Waterman, BLAST and FASTA. We propose a program and an alignment algorithm. The program uses the algorithm which we developed. The algorithm very simple and easy to implement in program.

The algorithm generates and uses N-gram model sequences. We use Boyer-Moore in our algorithm to find subsequences in DNA sequences and we create tree structure with subsequences.

The program can result in considerable time savings through alignment algorithm in comparison with most other free programs. The program very efficient tool for aligning DNA sequences from chromatogram trace files.

This program has been used for investigating genetic diseases, which is led by Prof. Dr. Afig Berdeli, in Ege University, Faculty of Medicine, Department of Pediatrics and it has been seen provided good results.

REFERENCES

- [1] S. Dear and R. Staden, A standard file format for data from DNA sequencing instruments, DNA Sequence, 1991, pp. 107-110.
- [2] Gusfield D. Algorithms on strings, trees and sequences: computer science and computational biology. Cambridge: Cambridge University Press; 1997.
- [3] Apostolico A, Giancarlo R. Sequence alignment in molecular biology. J Comput Biol 1998;5(2):173-96.
- [4] Pevzner P. Computational molecular biology: an algorithmic approach. MA: MIT Press; 2000.
- [5] MS. Waterman, Introduction to computational biology, Oxford: Chapman and Hall, 1995.
- [6] J.K. Bonfield and R.Staden, Experiment files and their application during large-scale sequencing projects. DNA Sequence, 1996, 109-117.
- [7] R. Mott, Trace alignment and some of its applications. Bioinformatics, 1998, pp. 92-97.
- [8] G.N. Goulielmos, E. Fragouli, I. Aksentijevich, P. Sidiropoulos, D.T. Boumpas and E. Eliopoulos, Mutational analysis of the PRYSPRY domain of pyrin and implications for familial mediterranean fever (FMF), Biochemical and Biophysical Research Communications, 2006, pp.1326-1332.
- [9] C. Suen, N-gram Statistics for Natural Language Understanding and Text Processing, IEEE Trans. on Pattern Analysis & Machine Intelligence, 1979, pp.164-172.
- [10] M. Damashek, Gauging Similarity with N-grams: language independent categorization of text, 1995, Science 267.
- [11] A. M. Robertson and P. Willett, Searching for historical word forms in a database of 17th century english text using spelling correction methods, 15th Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval, 1992.
- [12] B. Ewing and P. Gren, Base calling of automated sequencer traces using Phred. II. Error probabilities, Genome Res, 1998, pp. 186-194.
- [13] D. Walther, G. Bartha and M. Morris, Basecalling with LifeTrace. Genome Res, 2001, pp. 875-888.
- [14] J.K. Bonfield, K.F. Beal, M.J. Betts and R. Staden, Trev: a DNA trace editor and viewer, Bioinformatics, 2002, 19:194-195.

- [15] H. Tae, E-B Kong and K. Park, ChroView: a trace viewer for browsing and editing chromatogram files., *Genomics Inform*, 2006, 5:30-31.S.
- [16] J. Rothganger, M. Weniger, T. Weniger, A. Mellmann and D. Harmsen, TraceEdit: a DNA trace editor and viewer, *Bioinformatics*, 2006, 22:493–494.
- [17] T. Gleeson and L. Hillier, A trace display and editing program for data from fluorescence based sequencing machines, *Nucleic Ac- ids Res*, 1991, 19:6481–6483.
- [18] D. Maddison, D. Swofford and W. Maddison, NEXUS: an extensible file format for systematic information. *Syst Biol*, 1997, 46:590–621.
- [19] Tanır D., Nuriyev U., Geneseq: A Software Program for Processing DNA Sequences, *AIHLS'2014 - International Conference on Applied Informatics for Health and Life Sciences*, 2014, pp. 158-159.

Web Tıklama Kayıtlarından Bilgi Çıkarımı için Yeni Bir Veri Toplama Modeli

A New Data Collection Model for Information Extraction from Web Click Logs

Özkan CANAY¹

Fen Bilimleri Ens. Bilgisayar ve Bilişim Müh. ABD
Sakarya Üniversitesi
Sakarya, Türkiye
canay@sakarya.edu.tr

Prof. Dr. Ümit KOCABIÇAK²

Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fak. Bilgisayar Müh. Böl.
Sakarya Üniversitesi
Sakarya, Türkiye
umit@sakarya.edu.tr

Özetçe—Web sunucuları, otomatik olarak üretilen ve genellikle metin tabanlı olarak saklanan büyük miktarda erişim kayıtlarını günlük işlemleri sırasında biriktirirler. Ancak, sınırlı veri ihtiva eden bu kayıtlar, bilgi çıkarımı amacıyla kullanım için yetersiz kalmaktadır. Diğer taraftan, kimi ticari analitik siteleri bazı raporlama olanakları sunuyor olsa da, kullanıcıların parmak izlerini içeren ve bilgi çıkarımı için ihtiyaç duyulan ham verileri sunmamaktadırlar. Bundan dolayı daha gelişmiş bilgi çıkarımları ve tahminler yapılmak istendiğinde hazır bir takım analitik sistemleri yeterli gelmemektedir. Ayrıca bilgi güvenliği açısından bu bilgileri üçüncü taraflarla paylaşmak arzu edilen bir durum değildir. Bu çalışmada, web kullanım madenciliği için ihtiyaç duyulan erişim bilgilerini toplamaya elverişli yeni bir veri toplama modeli önerilmiştir. Bu yeni modelin bilgi keşfi faaliyetine altyapı oluşturacak ham verileri toplama ve sunabilme kabiliyeti hâlihazırda kullanılan sunucu kayıtlarına göre çok daha yüksektir. Önermiş olduğumuz bu model Sakarya Üniversitesi'nde Kampüs Otomasyonu Web Bilgi Sistemi (CAWIS) olarak adlandırılan web portalında başarıyla uygulanarak detaylı erişim verileri toplanmış ve bunlardan önemli analitik bilgiler ile bireysel olarak kullanıcı işlemlerine yönelik doğru ve güvenli bilgiler elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler—Web kullanım madenciliği, web kayıtları, bilgi keşfi, veritabanı modeli.

Abstract—Web servers accumulate large amounts of access logs produced automatically and often store in text-based files during daily operations. However, these logs containing limited data are insufficient for the purpose of information extraction. On the other hand, although some commercial sites offer some of the analytical reporting facilities, they do not provide raw data containing fingerprints of the visitors which are required for extracting information. Hence, some available analytical systems are not adequate when more advanced information extraction and predictions are desired. Also, sharing this information with third parties is not a desirable situation in terms of information security. In this study, a new data acquisition model that is convenient for collecting access data needed for web usage mining is proposed. Ability of collecting and presenting raw data which is needed to form an infrastructure for knowledge

discovery activity of this new model is much higher than server logs currently used. The model proposed was implemented within Sakarya University Campus Automation Web Information System (CAWIS) web portal, detailed access data was collected, significant analytic information was obtained, accurate and reliable individual visitor activity information was extracted from the data gathered.

Index Terms—Web usage mining, web logs, knowledge discovery, database model.

I. GİRİŞ

Bilgisayarlaşmanın en üst seviyeye ulaştığı günümüzde bilgi, kurumların en değerli varlıkları haline gelmiştir. Bugün birçok şirket veri depolama çabaları sonucunda önemli bir iş değeri elde etmektedir [1]. Özellikle web üzerinde faaliyeti olan şirket ya da kurumlar, ziyaretçilerin sayfa gezinmelerini analiz ederek buradan anlamlı bilgilere ulaşmaya çalışmaktadırlar. Veri madenciliğinin bir kolu olan web madenciliği, web köprü yapısı, sayfa içeriği ve kullanım verilerinden yararlı bilgileri keşfetmeyi hedefleyen yöntemler bütünü olarak ortaya çıkmıştır [2]. Web sunucularından ya da sunucu erişim günlüklerinden toplanan kullanıcı erişim desenlerini otomatik olarak keşfetmeyi amaçlayan web kullanım madenciliği, son yıllarda önemi daha da artan bir faaliyet haline gelmiştir [3].

Kullanım verileri, ziyaretçilerin bir web sitesini gezinmeleri boyunca sergiledikleri davranışlarından yola çıkarak kullanıcıların kimliğini, özelliklerini ya da tercihlerini yakalamaya yardımcı olur. Web kullanım madenciliği kendi içerisinde kullanım verisi türüne bağlı olarak web sunucusu verisi, uygulama sunucusu verisi veya uygulama seviyesinde veri biçiminde sınıflandırılmaktadır [4].

Web sunucusu verisi, web sunucu tarafından toplanan IP adresi, erişilen sayfa, sayfa referansı ve erişim süresi gibi tipik kullanım verilerini kapsar [5]. Bu alanda çok sayıda akademik çalışma [6][7][8][9][10] yapılmasına karşın, web kullanım madenciliği açısından web sunucudan alınan standart kayıt günlüğü verisi her zaman yeterli anlam ifade

etmeyebilmektedir. Uygulama sunucusu verisi küçük bir çaba ile üzerine inşa edilecek e-ticaret uygulamalarını etkinleştirmek için çerçeve olarak önemli özelliklere sahip Weblogic, BroadVision ya da StoryServer gibi ticari uygulama sunucularından elde edilen verilerdir [11]. Bu uygulama sunucularının önemli bir özelliği, çeşitli türdeki iş etkinliklerini izleyebilmeleri ve bunları uygulama sunucusu kayıtları olarak saklayabilmeleridir. Uygulama seviyesinde veri ise özel olarak tanımlanmış olayların gerçekleşmesi durumunun yine uygulama üzerinden kayıt altına alınması ile elde edilir.

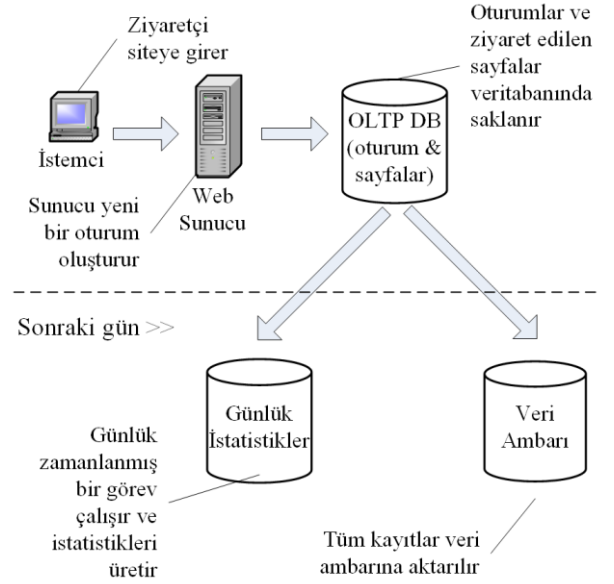
Pek çok farklı konuda işlev ve içeriği bir arada bulunduran ve tek bir noktadan sisteme giriş yapılarak sunulan hizmetlerden faydalanılan web siteleri “portal” olarak adlandırılmaktadır. Bu tür web sitelerinde ziyaretçi hareketinin takip edilmesi ve hangi servislerin ne oranda kullanıldığı gibi analitik bilgilerin elde edilmesi oldukça önemlidir. Ziyaretçilerin web kullanımına bağlı olarak iş geliştirme stratejisi izleyen şirket ya da kuruluşlar için mevcut kullanım analizlerinin yorumlanabilmesi ve geleceğe yönelik projeksiyonların ortaya konabilmesi daha da hayati önem taşır.

Bu çalışmada, uygulama seviyesinde çalışmasına karşın her bir hareketi ayrı bir olay olarak ele alan ve uygulama sunucusu verisi benzeri bir yaklaşımla ziyaretçilerin her türlü kullanım verisinin saklanabileceği yeni bir veri toplama modeli önerilmiştir. Özellikle web portalları için önerilen model sayesinde her türlü sayfa hareketine ilişkin ham verileri elde etmek ve bunları veri madenciliği ya da iş zekâsı uygulamalarında kullanmak mümkün ve kolay bir hale gelmektedir.

II. MODELİN TASARIMI

Kurumlarda günlük işlemlerin yürütülmesi sırasında oluşan operasyonel veriler OLTP (çevrimiçi hareket işleme) adı verilen ve sürekli veri giriş-çıkış işlemleri yapılan veritabanlarında tutulmaktadır [12]. Uzun dönemli tarihsel verilerin OLTP veritabanlarında saklanması ise etkin ve hızlı bir sorgulama için uygun olmayacağından, bu tür veriler “veri ambarı” adı verilen büyük yapılarda saklanırlar. Veri ambarları, birçok iş için günlük operasyon bilgilerini içerirler ve yıllara uzanan zaman boyutuyla stratejik karar vermede önemli bir role sahiptirler [13].

Burada önerilen model, yapılan günlük işlemlerin toplanabilmesi için anlık kullanıcı verilerinin işlendiği bir OLTP veritabanı ile biriken verilerin analiz aşamasına sunulabilmesi için saklandığı bir veri ambarından oluşacak şekilde tasarlanmıştır. Modelin çalışma yöntemi ise Şekil 1’de görüldüğü gibi tasarlanmıştır.

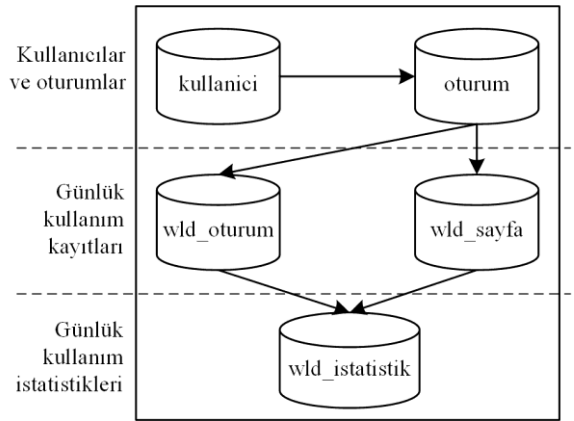


Şekil. 1. Modelin çalışma yöntemi.

Uygulama yazılımına (web portalı) entegre edilen veri toplayıcı modülün, bir zamanlayıcı işlevinin tetiklemesiyle birlikte her gece otomatik olarak çalışması sonucu, günlük kullanıcı ve oturum bilgileri daha sonra analiz edilmek üzere veri ambarına kaydedilmektedir.

III. OLTP VERİTABANI YAPISI

Günlük işlemler sırasında kayıt altına alınan değişmez kullanıcı bilgileri ile sayfa hareketlerini barındıran oturum kayıtları OLTP veritabanında saklanmaktadır. Bu veritabanında kullanılan tablo yapısı Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil. 2. Web kullanımı işlem kayıtları veritabanı yapısı.

Web portalına ait herhangi bir sayfa ilk defa çağırıldığında o kullanıcı için yeni bir oturum açılmış olur. Bu oturum bilgileri otomatik artan log ID’si, log oturum ID’si, ilk geliş zamanı, kullanıcı ID’si, kullanıcı adı, IP adresi, vekil sunucu IP adresi (kullanılmış ise), işletim sistemi adı, işletim sistemi sürümü, tarayıcı adı, tarayıcı sürümü, tarayıcı tipi, tarayıcı dili, ülke ISO kodu (IP adresinden tespit edilerek), ilk geliş adresi, referans IP adresi, referans bilgisayar adı, referans arama

anahtarı (arama motorundan geldiyse), referans türü gibi bilgilerden oluşmaktadır. Bunlar, ziyaretçilerin sayfaları dolaşması esnasında değişmeyen bilgileridir.

Bu verilerin saklandığı tablonun temel amaçları şunlardır:

- İlk gelişe ait servis/sunucu yoğunluk ve kullanım bilgileri ile ilgili istatistik oluşturmak.
- İlk gelişe ait kullanıcı yoğunluk ve kullanım bilgileri ile ilgili istatistik oluşturmak.
- Sisteme ilk geliş zamanları ilgili istatistik oluşturmak.
- Sistemde yapılan zorlamaları ve saldırı girişimlerini tespit etmek.
- Kullanıcıların tercih ettiği vekil sunucu, işletim sistemi adı, işletim sistemi sürümü ile ilgili istatistik oluşturmak.
- Kullanıcıların tercih ettiği tarayıcı adı, tarayıcı sürümü, tarayıcı dili, tarayıcı türü ile ilgili istatistik oluşturmak.
- Gelen kullanıcıların ülkeleri ve dilleri ile ilgili istatistik oluşturmak.
- Referans olan arama motorları ve diğer sitelerle ilgili istatistik oluşturmak, arama anahtarlarını tespit etmek.
- Çeşitli istatistikler ve raporlar için altyapı oluşturmak.

Bir oturumda yapılan her sayfa hareketi ise OLTP veritabanında ayrı bir tabloda saklanır. Oturumu devam eden kullanıcıların gezdiği her bir sayfa ile ilgili bilgiler bu tabloda ayrı bir kayıt olarak tutulur. Dolaşılan her bir sayfada, burada yer alan bilgilerin en az biri değişeceği için böyle bir yapı kullanılmıştır. Detaylı işlem kaydı tablosunda otomatik artan log detay ID'si, log oturum ID'si, kullanıcı ID'si, kullanıcı adı, işlem zamanı, bulunduğu sunucu ID (webfarm için), bulunduğu servis, bulunduğu sayfa/modül, bulunduğu url gibi bilgilerin yanında yazılım kalitesi iyileştirme ve hata yakalama amacıyla uygulama geliştiricilere bilgi sağlamak üzere uygulama mesajı, uygulama ekranı başlığı, çerez, oturum, post ve get bilgileri ile sayfa yüklenme süresi gibi bilgiler tutulur.

Bu verilerin saklandığı tablonun temel amaçları şunlardır:

- Saatlik servis/sunucu yoğunluk ve kullanım bilgileri ile ilgili istatistik oluşturmak.
- Saatlik kullanıcı yoğunluk ve kullanım bilgileri ile ilgili istatistik oluşturmak.
- Sistemde gezilen sayfa adetleri, gezme süreleri ve sayfada kalma süreleri ile ilgili istatistik oluşturmak.
- Sayfa yüklenme süreleri ile ilgili istatistik oluşturmak ve hata/geliştirme tespiti için geç yüklenen sayfaları bulmak.
- Sistemde yapılan zorlamaları ve saldırı girişimlerini tespit etmek.
- Uygulamanın verdiği mesajları ve başlık bilgilerini kayıt altına alarak hata düzeltme sürecine katkıda bulunmak.
- Çerez, oturum, post ve get metotlarıyla alınan bilgileri saklayarak hata düzeltme sürecine katkıda bulunmak.
- Çeşitli istatistikler ve raporlar için altyapı oluşturmak.

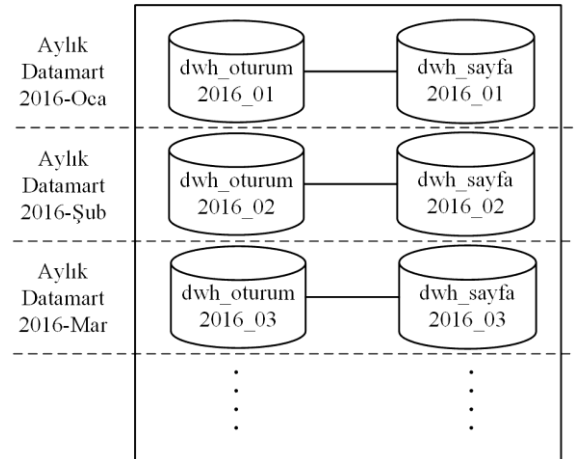
Günlük işlemler sırasında biriken web işlem kayıtları gün sonunda ön işlemden geçirilir ve anlamlı istatistiksel veriler

hesaplanarak her bir gün için bir kayıt olacak şekilde bir tabloda saklanırken, ham veriler ilgili aya ait veri ambarına taşınır.

IV. VERİ AMBARI YAPISI

Günlük işlem kayıtlarının milyonları geçecek kadar fazla sayıda olması nedeniyle bu ölçekte bir veri tabanı tablosunun OLTP yapısında sürdürülebilirliği, analiz amacıyla kullanılabilirliği ve yedeklenme süreçlerinin yönetilebilirliği verimli olmayacağından, günlük kayıtlar veri ambarına aktarılmaktadır. Gün tamamlandıktan sonra otomatik olarak çalışan bir yazılım modülü ile günlük kullanıcı ve oturum bilgileri daha sonra analiz edilmek üzere veri ambarına taşınmaktadır. Yine aynı modül aktarma işleminin tamamlanmasının ardından önceki güne ait verileri tablolardan silerek tablo optimizasyonu işlemlerini gerçekleştirir.

Modelde sözü edilen veri ambarı, günlük verilerin birikmesiyle oluşan ham verileri içerir. Veri ambarlarının alt kümeleri ise "datamart" olarak tanımlanırlar. Burada verileri yıl ve ay olarak gruplanan datamart'lara ayırmak, veri yığılmasının önüne geçmek ve daha sonra bu ham veriler üzerinde aylık bazda veri madenciliği faaliyetleri yapabilmek için uygulanabilecek doğru bir yöntemdir. Buna göre; modelde tasarlanan veri ambarı yapısı Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Web kullanımı işlem kayıtları veritabanı (OLTP).

Burada kullanılan veri ambarı ayda bir defa yedeklendikten sonra temizlenip optimize edilerek disk alanı kullanımında azalma ve tablolarda performans artışı sağlanmış olur.

V. SONUÇLAR

İnternet, şirketlere ve yöneticilere müşterilerinin davranış kalıplarını anlama konusunda mükemmel bir imkân sunar. Bu çerçevede ortaya çıkmış olan web madenciliği ve tıklama akışı analizi, web üzerinde gezinen kullanıcıların sayfa hareketlerini inceleme üzerine odaklanmış iş parçasıdır. Bir web sitesinde gezinen ziyaretçiler bireysel hareket ederler, ancak davranışlarında yer alan bazı desenler sayesinde bunlar gruplanabilir ya da ihtiyaçlarına yönelik web sayfaları veya hizmet tarzı ortaya konabilir.

Kişiselleştirme günümüzün yeni eğilimidir ve buna uygun olarak web de statik yapıdan her gün terabaytlarca yeni ziyaretçi verisi sunan dinamik bir yapıya dönüşmektedir. Bu çalışmada, ziyaretçilerin web sitelerini gezerken sergiledikleri davranışları analiz etmeye uygun bir veri altyapısı oluşturmak amacıyla uygulama seviyesinde çalışan bir işlem kaydı yapısı modeli ortaya konmuştur. Bu model, Sakarya Üniversitesi tarafından geliştirilen Kampüs Otomasyonu Web Bilgi Sistemi yazılımında uygulanmış ve amaçlanan hedefleri başarıyla yerine getirdiği görülmüştür.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Sakarya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir (Proje no: 2010-50-02-024).

KAYNAKLAR

- [1] Chaudhuri, Surajit, and Umeshwar Dayal. "An overview of data warehousing and OLAP technology." *ACM Sigmod record* 26.1 (1997): 65-74.
- [2] Srivastava, T., Prasanna Desikan, and Vipin Kumar. "Web mining-concepts, applications and research directions." *Foundations and Advances in Data Mining*. Springer Berlin Heidelberg, 2005.
- [3] Chen, Junjie, and Wei Liu. "Research for web usage mining model." 2006 International Conference on Computational Intelligence for Modelling Control and Automation and International Conference on Intelligent Agents Web Technologies and International Commerce (CIMCA'06). IEEE, 2006.
- [4] Liu, Bing. *Web data mining: exploring hyperlinks, contents, and usage data*. Springer Science & Business Media, 2007.
- [5] Munk, Michal, Marta Vrábelová, and Jozef Kapusta. "Probability modeling of accesses to the web parts of portal." *Procedia Computer Science* 3 (2011): 677-683.
- [6] Khribi, Mohamed Koutheaïr, Mohamed Jemni, and Olfa Nasraoui. "Automatic recommendations for e-learning personalization based on web usage mining techniques and information retrieval." 2008 Eighth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies. IEEE, 2008.
- [7] Kruegel, Christopher, and Giovanni Vigna. "Anomaly detection of web-based attacks." *Proceedings of the 10th ACM conference on Computer and communications security*. ACM, 2003.
- [8] Brody, Tim, Stevan Harnad, and Leslie Carr. "Earlier web usage statistics as predictors of later citation impact." *Journal of the American Society for Information Science and Technology* 57.8 (2006): 1060-1072.
- [9] Grace, L. K., V. Maheswari, and Dhinakaran Nagamalai. "Analysis of web logs and web user in web mining." *arXiv preprint arXiv:1101.5668* (2011).
- [10] Li, Yan, Boqin Feng, and Qinjiao Mao. "Research on path completion technique in web usage mining." *Computer Science and Computational Technology, 2008. ISCST'08. International Symposium on*. Vol. 1. IEEE, 2008.
- [11] Dohare, Mahendra Pratap Singh, Premnarayan Arya, and Aruna Bajpai. "Novel web usage mining for web mining techniques." *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering* 2.1 (2012): 253-262.
- [12] McWherter, David T., et al. "Priority mechanisms for OLTP and transactional web applications." *Data Engineering, 2004. Proceedings. 20th International Conference on*. IEEE, 2004.
- [13] Devlin, Barry, and Lynne Doran Cote. *Data warehouse: from architecture to implementation*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 1996.

Kimlik Doğrulama Gerektiren Web Sitelerinden Bilgi Edinimi İçin Bir Yazılım Ajanı Tasarımı

(Designing a Software Agent for Data Acquisition from Web Sites Which Require Authentication)

Özkan CANAY

Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar ve Bilişim Mühendisliği ABD
Sakarya Üniversitesi
Sakarya, Türkiye
canay@sakarya.edu.tr

Özetçe—Herkes açık sitelerden bilgi almak, web dünyası için olağan bir durumdur. Ancak bazı bilgiler şifreli giriş yapılan adreslerde kullanıcıya özel üretilebilmektedir. Kimlik doğrulama gerektiren bu tür web sitelerinden bilgi edinmek her zaman sorun olmuştur. Bu çalışmada kullanıcı doğrulama arkasında yer alan bilgilerin edinimi için etmen tabanlı bir yazılım yaklaşımı sunulmuştur. Geliştirilen yazılım ajanı belirli zamanlarda hedef web sitesine bağlanarak, ihtiyaç duyulan bilgiyi elde etmekte ve bu bilgiyi işlemektedir.

Anahtar Kelimeler—Bilgi alma, veri edinimi, metin çıkarımı, web kimlik doğrulama, yazılım ajanı.

Abstract—Receiving information from public sites is a normal situation in the web world. However, some information can be produced specifically for a user on password entered websites. Information retrieval from web sites which require authentication has always been an issue. In this study, a software agent-based approach was presented for data acquisition located behind user authentication. The software agent developed connects to the target web site at a certain frequency, and obtain required data and process it.

Index Terms—Information retrieval, data acquisition, text extraction, web authentication, software agent.

I. GİRİŞ

Günümüzde arama motorları web sitelerini belirli zaman aralıklarıyla dolaşarak çok çeşitli bilgiler biriktirmektedirler. Web sitelerinin kullanıcı doğrulama gerektiren bölümleri ise arama motorları tarafından indekslenemezler. Bazen ihtiyaç duyulan bilgiler, kullanıcı doğrulama gerektiren bir web sitesi içerisinde yer alabilir. Bu durumda kullanıcılar kendi belirleyecekleri zaman aralıklarında bu sitelere şifreli giriş yaparak gerekli bilgileri kontrol ederler.

Sözü edilen ihtiyaç süreklilik haline geldiğinde bu işlemi otomatik bir yazılıma yaptırmak daha makul hale gelmektedir. Özellikle buradan elde edilecek bilgiyi hızlı elde etmenin kritik olduğu noktalarda konu daha da önem kazanmaktadır.

Bilgisayar biliminde yazılım ajanı, bir kişi ya da bir başka yazılım adına hareket eden bir bilgisayar programıdır. Birinin

adına eyleme geçmesi özelliği aynı zamanda yazılım ajanının karar verme yetkisini ifade eder [1][2]. Yazılım ajanları aslında kısaca “bot” olarak bilinen robotlardır. Yazılım ajanları karmaşık ya da tekrarlayan görevleri otomatikleştirerek son kullanıcılara çeşitli avantajlar sunarlar [3]. Akıllı yazılım ajanlarının satın alıcı ajanlar veya alışveriş botları, kullanıcı veya kişisel ajanlar, izleme ve gözetleme ajanları ile veri madenciliği ajanları olmak üzere dört temel tipi vardır [4].

Web sayfası içeriğinden metin çıkarma işlemi genellikle web tarama optimizasyonu [5][6], doküman kümeleme [7][8] ve kaydedilmiş sayfalar içerisinden bilgi elde etme [9] için yapılır. Bu çalışmada ise kimlik doğrulama gerektiren bir web sitesinden bilgi edinimi için bir yazılım ajanı geliştirilmiştir. Kontrol edilmek istenen bilgiler şifreli giriş yapılan bir web sitesinde yer alıyorsa, yazılım ajanı belirli zaman aralıklarıyla kullanıcının kendisiymiş gibi siteye bağlanarak giriş yapmakta ve gerekli gördüğü bilgileri kontrol ederek işleyebilmektedir. Yayınlanmış bir duyuru, atanmış bir görev, finansal bir hareket ya da ağ yöneticisi için bir saldırı bildirimi elde edilmek istenen kritik bilgilere örnek olarak verilebilir.

II. CURL İLE UZAK VERİ OKUMA

cURL, farklı türdeki sunucu ve servisler ile birçok farklı protokol üzerinden veri alışverişini yapılabilmesini sağlayan bir kütüphanedir. HTTP, HTTPS, FTP, Telnet, LDAP gibi çok çeşitli protokolleri desteklemektedir. cURL ile bir sitenin belirli bir sayfası HTML dosyası olarak indirilebilir ya da bir web sitesindeki ilgili sayfaya birden çok değişken POST metodu ile gönderilebilir [10].

URL’ler genellikle tek başına bir web sayfasını ya da bir dosyayı işaret ederler. cURL kullanılarak bir web sitesinin ana sayfasının içeriği rahatlıkla alınabilir. Web’in yapısı gereği tüm HTTP yanıtları normalde ekranda görünmeyen başlıklara sahiptir. Web tarayıcıları bu başlıklara göre işlevlerini yürütürler ya da talep edildiğinde kullanıcıya başlık bilgileri gösterebilirler [11]. İstek yapılan adresteki başlık bilgileri şu şekilde görüntülenebilir:

```
#
curl -I http://www.sunucu.com
```

HTTP/1.1 200 OK**Date: Wed, 2 Aug 2016 09:49:25 GMT****Server: Apache****X-Powered-By: PHP/5.2.1****Content-Type: text/html**

#

Web formlar, kullanıcı tarafından tanımlanan veriyi sunucuya göndermek için kullanılırlar. Kullanıcıdan form yoluyla alınan verinin sunucuya gönderilmesi için GET ya da POST yöntemi kullanılır. cURL sadece sunucudaki bilgileri okumak için değil, aynı zamanda istenilen form yöntemiyle sunucuya bilgi göndermek için de kullanılabilir [12]. Bu özellik, doğrulama gerektiren bir web sitesine kullanıcı adı ve şifre bilgilerinin otomatik olarak gönderebilmesine olanak tanır. Bu şekilde şifreyle girilen bir sistemin arkasında yer alan sayfalara da erişmek mümkün hale gelmektedir.

III. WEB SAYFALARINDAN BİLGİ ÇIKARIMI

Web sayfalarından bilgi çıkarımı için şu iki adımın tamamlanması gerekir [7]:

- *Web kaynağının elde edilmesi:* Web içeriği URI adresinden incelenmek üzere indirilir.
- *Metin çıkarımı:* HTML belirteçleri ve kontrol karakterleri içerikten kaldırılarak düz metinler elde edilir.

Özellikle ikinci aşama tahmin edildiğinden daha karmaşık süreçler içerir.

A. Web Kaynağının Elde Edilmesi

Çoğu standart web sayfası cURL ile kolayca indirilebilir durumdadır. Yapılan bu işlem, bir kullanıcının, herhangi bir tarayıcı kullanarak bir web adresine bağlanması gibidir. Sunucunun yanıtı, başlık bilgileri ve içerik şeklinde iki ayrı yapı halinde elde edilir.

Eğer hedef sunucu HTTPS protokolü kullanıyorsa bir kullanıcı sertifikası oluşturulmalı ve bu sertifika üzerinden sunucuya bağlanılmalıdır. Kimlik doğrulama gerektiren web sitelerinin hemen hepsi oturum yönetimi ve çerez kullandığı için cURL bağlantısı yapılırken bu özellikler mutlaka tanımlanmış olmalıdır. Bağlanılan sayfada bir yönlendirme mevcut ise yönlendirilmiş olan sayfa yeni hedef olarak belirlenmelidir.

Kimlik doğrulama için formlarda kullanıcı adı ve şifre gönderimi genellikle POST metodu kullanılarak gerçekleştirilir. Aynı anda çok sayıda web adresine bağlanılacaksa çoklu cURL kullanımı işlem süresini oldukça azaltacaktır.

B. Metin Çıkarımı

Elde edilen web içeriğinden metin çıkarımı bazı durumlarda oldukça zor olabilir. Sayfa içeriğinde bilgi çıkarımı yapılacak kısmın tespiti, metnin hangi HTML belirteci ya da ID ile belirlenmiş eleman içerisinde yer aldığı titiz bir çalışma

ile elde edilir. Hedeflenen öğeler içerisinde yer alan metni elde etmek için hazır kütüphaneler olmakla birlikte özel fonksiyonlar hazırlanması da gerekebilmektedir.

Metnin elde edilmesi konusunda en önemli problemlerden biri de dil kodlamasıdır [9]. Kullanılan sunucu ya da programlama dili ile elde edilen içeriğin dili aynı olsa bile, karakter kodlaması aynı olmadığında çeşitli sorunlar yaşanmaktadır. Bunun için elde edilen içerik metin çıkarımı aşamasına geçmeden önce dil kodlaması dönüşümü yapılarak işlenmeye uygun hale getirilmelidir. Dönüştürülecek dil kodlaması seçilirken UTF-8 gibi yaygın bir kodlama türü seçilmesi doğru bir yaklaşım olacaktır.

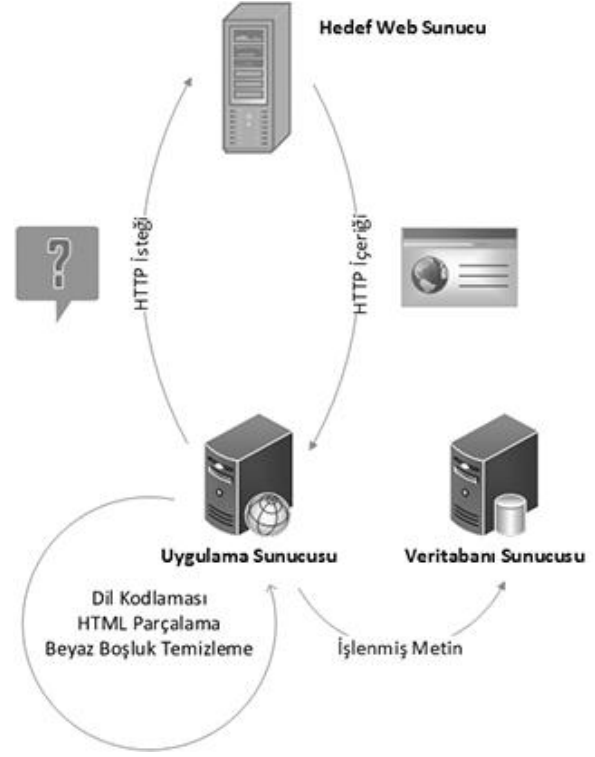
Metin çıkarımı yapıldıktan sonra yapılması gereken bir diğer önemli işlem ise beyaz boşluk karakterlerinin temizlenmesidir. Elde edilen metin içerisinde fazladan boşluklar, tab ya da satır sonu gibi özel karakterler yer alabilir. Temizlenmesi gereken karakterler metinden kaldırılmalı, alt satıra geçme karakterleri gerekiyorsa "
" ile değiştirilmelidir.

IV. UYGULAMA TASARIMI

Uygulama geliştirilirken sunucu taraflı bir web yazılım dili olan PHP ve bu dilin İstemci URL Kütüphanesi (cURL) kullanılmıştır.

A. Tasarım ve Tanımlar

Uygulamanın çalışma yöntemi ise Şekil 1'de görüldüğü gibi tasarlanmıştır. Buna göre, kullanılacak dil kodlaması, bağlanılacak hedef web sunucu, hedef web adresleri ve süreçle ilgili bilgilerin saklanacağı veritabanı sunucusu tanımları en başta yapılmıştır.



Şekil 1. Uygulamanın çalışma yöntemi.

B. Web İçeriğinin Elde Edilmesi

Oturum yönetimini ve çerez işlevlerinin sağlıklı yürütülebilmesi için kullanıcı girişinin yer aldığı URL adresine bir defa HTTP isteği göndermek şarttır. Bu bağlantının ardından form verisi olarak kullanıcı adı ve şifre ile varsa sunucu tarafından o oturum için üretilen anahtar kod tanımı, gerçekte kullanılan metot ile (GET ya da PUT) hedef adrese gönderilir.

Formun başarıyla sunucuya iletilmesi sonucunda kullanıcının sisteme giriş sayfası elde edilmiş olur. Bu noktadan sonra içeriği alınacak sayfanın adresi ne ise o adresi yine cURL ile okumak, sayfa içeriğini elde etmek için yeterli olmaktadır.

C. Metin Çıkarımı ve Temizleme

Ham sayfa içeriği alındıktan sonra HTML parçalama yöntemi ile hedef HTML ögesi içeriği elde edilir. Son olarak beyaz boşluk karakterlerinin temizlenmesi ile istenen net bilgilere ulaşılır.

D. Veritabanı Kontrolleri

Son aşamada veritabanında gerekli kontroller yapılarak elde edilen bilginin yeni bir bilgi olup olmadığı belirlenir. Yeni bilgi ise veritabanına kaydedilerek e-posta yoluyla kullanıcı ya da kullanıcılara bildirim yapılabilir ya da gerektiğinde incelenmek üzere metin biçimli bir kayıt dosyasına yazma işlemi gerçekleştirilebilir.

E. Otomatik Çalışma ve İşlev

Uygulama, her bir çalışmada elde edeceği veriler üzerinden bir işlev gerçekleştirmek zorunda değildir; yaptığı kontroller sonucunda eylemsizlik kararı da verebilir. Uygulama, bir yazılım ajanı olarak çalışacağından dolayı X tabanlı bir sunucu üzerinde belirli periyotlarla harekete geçirilmesi için "cron" tanımı yapılmalıdır.

V. SONUÇLAR

Mobil cihazların yaygınlaştığı ve birçok iş akışının web üzerine kaydığı günümüzde çeşitli durum ve olaylardan anında haberdar olmak hiç olmadığı kadar önem kazanmıştır. Özellikle kişiye özel bildirimlerin kimlik doğrulama gerektiren web siteleri içerisinde yer aldığı düşünüldüğünde, bu tür bilgiye anlık erişimin önemi ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada, kendi başına çalışarak hedef sisteme giren ve elde ederek işlediği bilgilerden hareketle veritabanına veri yazmak ya da e-posta iletimi göndermek gibi tanımlanmış olan görevi icra eden bir yazılım ajanı tasarımı sunulmuştur. Geliştirilen uygulamanın başarıyla çalışıyor ve beklenen görevi tam olarak yerine getiriyor olması, kullanılan yöntemin ihtiyaç duyulan birçok alana uygulanabileceğini göstermiştir.

KAYNAKLAR

[1] Nwana, Hyacinth S. "Software agents: An overview." The knowledge engineering review 11.03 (1996): 205-244.

[2] Schermer, Bart Willem. Software agents, surveillance, and the right to privacy: a legislative framework for agent-enabled surveillance. Leiden University Press, 2007.

[3] Serenko, Alexander, and Brian Detlor. "Intelligent agents as innovations." *Ai & Society* 18.4 (2004): 364-381.

[4] Haag, Stephen, Maeve Cummings, Amy Phillips. "Management Information Systems for the Information Age", 2006, McGraw Hill College, Pages 224-228.

[5] Manku, Gurmeet Singh, Arvind Jain, and Anish Das Sarma. "Detecting near-duplicates for web crawling." Proceedings of the 16th international conference on World Wide Web. ACM, 2007.

[6] Figuerola, Carlos G., et al. "Web document duplicate detection using fuzzy hashing." Trends in Practical Applications of Agents and Multiagent Systems. Springer Berlin Heidelberg, 2011. 117-125.

[7] Philip, Mintu, and K. Lubna. "Comparative analysis of similarity measures in document clustering." Green Computing, Communication and Conservation of Energy (ICGCE), 2013 International Conference on. IEEE, 2013.

[8] Sandhya, Nadella, and A. Govardhan. "Analysis of similarity measures with wordnet based text document clustering." Proceedings of the International Conference on Information Systems Design and Intelligent Applications 2012 (INDIA 2012) held in Visakhapatnam, India, January 2012. Springer Berlin Heidelberg, 2012.

[9] Jones, Shawn M., and Harihar Shankar. "Rules of Acquisition for Mementos and Their Content." arXiv preprint arXiv:1602.06223 (2016).

[10] Khalid, Muhammad Imran. "PHP/CURL Book with Examples Version 1.8." Pakistan: Imran & LAMP Technologies (2006).

[11] Abeysinghe, Samisa. RESTful PHP Web Services. Packt Publishing Ltd, 2008.

[12] Schrenk, Michael. Webbots, spiders, and screen scrapers: A guide to developing Internet agents with PHP/CURL. No Starch Press, 2012.

Yazılım Tanımlı Ağların Güvenliğinde Yapay Zekâ Tabanlı Çözümler: Ön İnceleme

Muhammet Fatih Akbaş

Bilgi İşlem Daire Başkanlığı
İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi
İzmir, Türkiye
mfatih.akbas@ikc.edu.tr

Enis Karaarslan

Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi
Muğla, Türkiye
enis.karaarslan@mu.edu.tr

Cengiz Güngör

Uluslararası Bilgisayar Enstitüsü
Ege Üniversitesi
İzmir, Türkiye
cengiz.gungor@ege.edu.tr

Özet—Büyük ve karmaşık ağların etkin bir şekilde yönetilmesini sağlayan Yazılım Tanımlı Ağ (Software-Defined Networks, SDN) mimarisi, kontrol düzlemini veri düzleminde ayırarak merkezi bir denetleyici üzerinden ağın doğrudan programlanabilmesini sağlamaktadır. SDN, dinamik ve esnek bir ağ mimarisi sunmaktadır. Bu yeni nesil ağ yaklaşımının geleneksel bilgisayar ağlarının yerini alması beklenmektedir. SDN mimarisinin sahip olduğu ağ yönetimi avantajlarına karşın bazı yeni saldırı vektörleri ortaya çıkmakta ve ağ güvenliği konseptinin yeniden gözden geçirilmesi gerekmektedir. SDN mimarisindeki güvenlik problemlerinin yapay zekâ (Artificial Intelligence, AI) tabanlı çözümlere ihtiyaç duyduğunu düşünmekteyiz. Bu çalışma kapsamında, AI-tabanlı ağ yaklaşımına değinilmekte, literatürdeki AI-tabanlı SDN güvenliği çözümlerine yer verilmekte ve SDN güvenliğinde AI-tabanlı ağ yaklaşımının önemi vurgulanmaktadır.

Anahtar Kelimeler—Yazılım Tanımlı Ağlar, SDN, SDN Güvenliği, Yapay Zekâ, Zeki Sistemler, AI-Tabanlı Ağlar, AI-Tabanlı SDN Güvenliği, Bilişsel Ağlar

Abstract—Software-Defined Networks (SDN) architecture provides effective management of large and complex networks by separating the control plane from the data plane. SDN enables directly programming the network by the central controller. SDN provides dynamic and flexible network architecture. SDN is a new generation networking approach which is expected to take place of the traditional computer networks. SDN has benefits from the network management perspective, but also brings new attack vectors. We believe that the network security problems in SDN architecture need artificial intelligence (AI) based solutions. In this work, AI-based networking approach is mentioned, specific AI-based SDN security solutions in the literature are given and the importance of AI-based networking approach in SDN security is emphasized.

Index Terms—Software-Defined Networks, SDN, SDN Security, Artificial Intelligence, Intelligent Systems, AI-Based Networking, AI-Based SDN Security, Cognitive Networks

I. GİRİŞ

Bilgisayar ağlarında birçok ağ cihazı bulunmaktadır. Bu cihazlar üzerinde karmaşık ve birbirinden farklı protokoller çalışmaktadır. Özellikle, nesnelerin interneti (Internet of Things, IoT) kavramı ile birlikte internete bağlı cihaz sayısı her geçen gün artmaktadır. IoT, günlük yaşamda kullandığımız nesnelerin diğer nesnelerle etkileşim içinde olabildiği bir ortam sunmaktadır. Ağ teknolojisi desteğini barındıran bilgisayarlar, tabletler, akıllı telefonlar, buzdolapları, arabalar vb. tüm cihazlar sürekli olarak veri üretmekte ve bu veriler her geçen gün büyümektedir. Bunun sonucunda, geleneksel yöntemlerle saklanamayan, yönetilemeyen ve işlenemeyen yüksek hacimli, karmaşık ve düzensiz verileri ifade eden büyük veri kavramı karşımıza çıkmaktadır. Giderek daha değerli bir hale gelen büyük verinin işlenmesi ve buradan anlamlı sonuçların çıkartılması gerekmektedir. Büyük verinin işlenebilmesi için daha fazla bant genişliğine gereksinim duyulmaktadır.

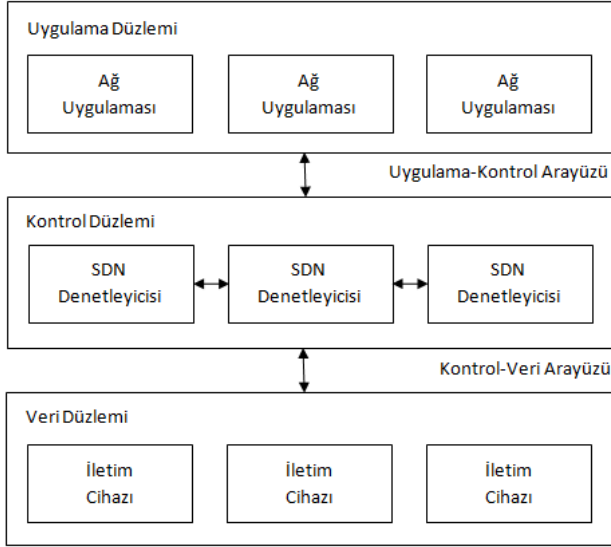
Bu gelişmeler, ağları daha karmaşık ve heterojen bir hale getirmekte ve ağın yönetimini zorlaştırmaktadır. Geleneksel ağ yönetimi yaklaşımı büyük ölçekli bilgisayar ağlarının yönetiminde yetersiz kalmaktadır. Daha iyi bir ağ yönetimi yaklaşımına ve yeni yöntemlerin geliştirilmesine gereksinim duyulmaktadır. Bu yüzden, yönetsel açıdan kolaylık sunan, dinamik ve esnek bir mimariye sahip yazılım tanımlı ağlar (Software-Defined Networks, SDN) kavramı ortaya çıkmıştır.

Yeni ağ yönetimlerinin de başarımı için yapay zekâ (Artificial Intelligence, AI) kavramının kullanımı tartışılmaya başlanmıştır. İnsana özgü yeteneklerin ağ yönetimine kazandırılması amaçlanmaktadır. AI tekniklerinin kullanılması ile geliştirilen uygulamalar geçmiş verilerden öğrenerek gelecek olaylarla ilgili karar verebilme ve eksik veri ile problem çözebilme yeteneklerine sahip olmaktadır. Böylece, sistemlerin daha akıllı ve faydalı hale getirilmesi hedeflenmektedir.

II. TEMEL KAVRAMLAR

A. Yazılım Tanımlı Ağlar (SDN)

SDN, merkezi bir ağ yönetimi ve ağ üzerinde global bir bakış açısı sunarak büyük ve karmaşık ağların etkin bir şekilde yönetilebilmesini sağlamaktadır. Geleneksel bilgisayar ağlarının yerini alması beklenen SDN yeni nesil bir ağ yönetimi yaklaşımı getirmektedir.

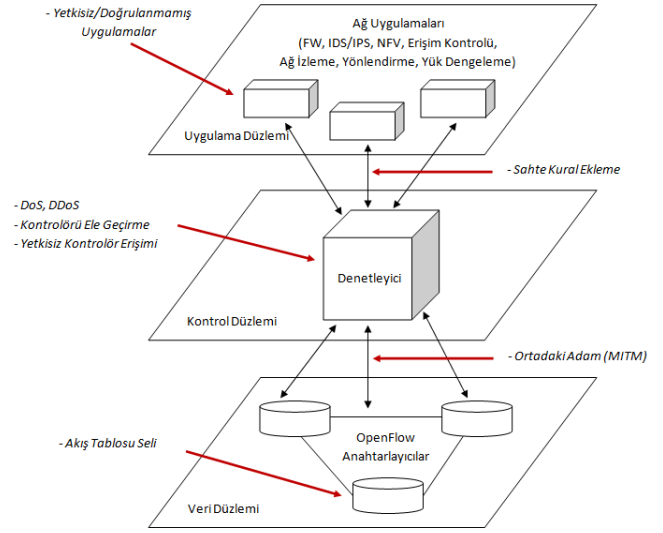


Şekil 1. Yazılım Tanımlı Ağ (SDN) Mimarisi [1]

SDN mimarisi, Şekil 1'de [1] gösterilmektedir. SDN mimarisinde, uygulama, kontrol ve veri olmak üzere üç düzlem bulunmaktadır. Kontrol düzlemi, ağ paketlerinin nereye yönlendirileceğine dair kararın verildiği yerdir. Veri düzlemi ise ağ trafiğinin hedefe iletiminin yapıldığı yerdir. Günümüzde kullanılan yönlendirici ve anahtarlayıcı cihazlarda kontrol düzlemi ve veri düzlemi aynı donanım üzerinde bütünsel olarak bulunmaktadır. SDN, kavram olarak bu düzlemlerin birbirinden ayrılması düşüncesine dayanmaktadır. Kontrol düzlemi diğer bir deyişle ağı zekâsı, yüksek performanslı bir sunucuya taşınmakta ve ağı yönetimi merkezi bir denetleyici yazılımı üzerinden gerçekleştirilmektedir. Veri düzlemi ise OpenFlow [2] protokolü destekli yönlendirici veya anahtarlayıcı üzerinde bırakılmakta ve sadece paketlerin iletiminden sorumlu olmaktadır. SDN mimarisi, ağı doğrudan programlanabilmesini ve ağ servislerinin ve uygulamalarının altyapı katmanından yani veri düzleminden soyutlanabilmesini sağlamaktadır. Böylece, geleneksel ağ altyapılarına göre daha dinamik, esnek, ölçeklenebilir bir platform sunmakta ve yönetsel açıdan kolaylık sağlamaktadır.

B. SDN Güvenliği

SDN mimarisi, ağı programlanabilirliği ve merkezi kontrol avantajlarına sahiptir fakat bu avantajlar beraberinde yeni tehdit vektörlerinin ortaya çıkmasına ve saldırı yüzeyinin artmasına neden olmaktadır. Bu düzlemleri ve arayüzleri hedef alan çeşitli güvenlik tehditleri bulunmaktadır. SDN'deki güvenlik tehditleri ve saldırı yüzeyleri, Şekil 2'de [1] gösterilmektedir.



Şekil 2. SDN Güvenlik Tehditleri & Saldırı Yüzeyleri [1]

SDN'deki güvenlik tehditlerini ve saldırılarını, bir önceki çalışmamızda [1] incelemiş ve SDN güvenliği üzerine de bir literatür çalışması sunmuştuk. Geleneksel ağ mimarilerinde, servis reddi (Denial of Service, DoS), yetkisiz erişim, veri sızıntısı, veri modifikasyonu ve zararlı uygulamalar gibi güvenlik tehditleri bulunmaktadır. Bu tehdit vektörlerine ek olarak, denetleyici yazılımını, kontrol düzlemi ile veri düzlemi arasındaki iletişimi ve kontrol düzlemi ile uygulama düzlemi arasındaki iletişimi hedef alan saldırılar olmak üzere SDN'e özgü olan üç tehdit vektörü ortaya çıkmaktadır [3]. SDN düzlemlerine/arayüzlerine yönelik saldırılar ve bu saldırıların hedef aldığı güvenlik servisleri Tablo 1'de [1] gösterilmektedir.

C. Akıllı Şehirler ve Yapay Zekâ (AI)

AI kavramı, teoriden çıkıp kendine her geçen gün daha fazla uygulama alanı bulmakta ve günlük yaşamın bir parçası haline gelmektedir. Günümüzde, akıllı cihazlar, akıllı şehirler ve akıllı yönetimler gibi akıllı konseptler daha fazla ön plana çıkmaya başlamıştır. Gündelik yaşamda yapılan işlerin kolaylaştırılarak daha fazla konfor, güvenlik ve enerji tasarrufu sağlanması amaçlanmaktadır. Bulunulan çevredeki trafik yoğunluğunun, otoparkların doluluk oranlarının öğrenilebilmesi birer akıllı şehir uygulamasıdır. Yine aynı şekilde bir evde bulunan sıcaklık, aydınlatma, perde kontrolü ve güvenlik sistemleri bir evin akıllı olmasını sağlayan unsurlardır. Bir sistemin zeki olarak adlandırılabilmesi için öğrenme, algılama, tanıma, karar verme, problem çözme gibi yeteneklere sahip olması gerekmektedir.

AI, insan zekâsının taklit edilmesini hedefleyen disiplinlerarası bir çalışma alanıdır. Algılama, öğrenme, çıkarsama, akıl yürütme, karar verme ve problem çözme gibi insana özgü yeteneklerin bilgisayar sistemlerine kazandırılması amaçlanmaktadır. Geliştirilen sistemlerin veya uygulamaların daha etkin olması için zekâ unsurunu barındırması gerekmektedir.

TABLO I
SDN MİMARİSİNİ HEDEF ALAN SALDIRILARIN ÖZETİ [1]

Saldırı Yüzeyi	Saldırı Çeşidi	Saldırı Tanımı	Saldırının Hedef Aldığı Güvenlik Servisi
Uygulama Düzlemi	Ele Geçirme, Değiştirme	Yetkisiz/Doğrulanmamış Uygulamalar	Gizlilik, Bütünlük
Uygulama-Kontrol Arayüzü	Üretme	Sahte Kural Ekleme	Bütünlük
Kontrol Düzlemi	Durdurma	DoS, DDoS	Erişilebilirlik
	Ele Geçirme	Denetleyiciyi Ele Geçirme, Yetkisiz Denetleyici Erişimi	Gizlilik
Kontrol-Veri Arayüzü	Ele Geçirme, Değiştirme	Ortakdaki Adam	Gizlilik, Bütünlük
Veri Düzlemi	Durdurma	Akış Tablosu Seli	Erişilebilirlik

Öğrenme yolu ile geleceğe dair öngörülerde bulunmayı geleneksel programlama ile gerçekleştirmek oldukça zordur. Bu amaçla kullanılabilecek olan AI-tabanlı programlamanın geleneksel programlamadan ayrılan yönleri bulunmaktadır. AI-tabanlı programlama, sezgisel ve esnek bir yapıya sahiptir. Geleneksel programlama ise nümerik ve algoritmik olup esnek değildir. AI-tabanlı programlamanın, geçmiş verilerden öğrenme ve eksik veri ile problem çözebilme gibi artıları vardır.

Zeki sistemlerin geliştirilebilmesi için birden fazla AI tekniğinin bir arada kullanılması gerekmektedir. Makine öğrenmesi, matematiksel ve istatistiksel yöntemlerle birlikte eldeki verileri kullanarak bilinmeyene dair çıkarımlarda bulunan bilgisayar algoritmalarıdır. Sınıflandırma ve kümeleme problemlerinin çözümünde kullanılan etkili bir yöntemdir. Öğrenme süreci için veri kümeleri kullanılmakta olup doğru özelliklerin seçilmesi en önemli adımlardan biridir. Özellikle, büyük verinin işlenmesi için makine öğrenmesi tekniklerinin kullanımı ön plana çıkmakta olup bu tekniklerin tekrar gözden geçirilmesi gerekmektedir [4]. Yapay sinir ağları, genetik algoritmalar ve bulanık mantık gibi çeşitli makine öğrenmesi teknikleri bulunmaktadır. Her bir teknik de kendi içinde birçok alt tekniğe sahiptir.

III. AI-TABANLI AĞLAR

Karmaşık ve heterojen ağların daha etkin bir şekilde yönetiminde AI tekniklerinin kullanımı giderek daha fazla ilgi uyandırmaktadır. Ağın yönetimi ve optimizasyonu için

makine öğrenmesi, optimizasyon teorisi, oyun teorisi, kontrol teorisi teknikleri ve üst-sezgisel algoritmalar kullanılmaktadır. Bu yöntemler, bulut bilişim, ağ işlevleri sanallaştırma (Network Functions Virtualization, NFV) ve SDN gibi ağ yönetimini basitleştirmeyi vaat eden yeni nesil ağ yaklaşımlarının ve zeki servislerin verilebilmesini sağlayacak geleceğin 5G mobil ağlarının da ilgisini çekmektedir [5]. AI tekniklerinin bu yeni nesil ağ yaklaşımlarına başarılı bir şekilde entegre edilmesi; güvenlik, yönlendirme, bant genişliği yönetimi gibi birçok konuda akıllı davranışlar sergileyen bilişsel ağların (Cognitive Networks, CN) geliştirilebilmesinde önemli rol oynayacaktır. AI-tabanlı ağlar üzerine şu ana kadar yapılan çalışmalar ağırlıklı olarak IoT, CN, 4G ve 5G ağlar, heterojen ağlar (HetNets), araç ad-hoc ağlar (VANETs) üzerine yoğunlaşmaktadır.

Mobil ağların giderek büyümesi, ağın yönetimi ve optimizasyonu gibi konularda problemleri de beraberinde getirmektedir. HetNets'i daha etkin ve akıllı bir hale getirmek için makine öğrenmesi, genetik algoritmalar, yapay sinir ağları, bulanık mantık, karınca kolonisi optimizasyonu, bayes teoremi ve markov modeli tekniklerinin entegrasyon yöntemleri güncel bir çalışmada [6] ele alınmıştır. Bu çalışmada AI teknikleri detaylı olarak sınıflandırılmış ve bu tekniklerin HetNets'de öz-düzenleyici ağların (Self-Organizing Networks, SON) [7] oluşturulabilmesinde önemli fırsatlar sunduğu belirtilmiştir. Öz-yapılandırma (self-configuration), öz-iyileştirme (self-healing) ve öz-optimizasyon (self-optimization) gibi SON'a ait özellikler de

bu kapsamda açıklanmakta olup HetNets'de geliştirilen SON'un geleceğin akıllı mobil ağlarının ortaya çıkmasında önemli rol oynayacağı vurgulanmaktadır.

5G HetNets'in dinamik ve etkin bir şekilde yönetilebilmesi için SDN tabanlı akıllı bir sistem tasarımı bir başka çalışmada [8] önerilmektedir. Sistemde, kaynakların optimizasyonu görevini denetleyici üstlenmektedir. Trafik davranışı tahmini, kullanıcı yoğunluğu tahmini, yük dengeleme ve radyo kaynak tahsisi gibi 5G HetNets'deki önemli problemler saptanmış ve bu problemlerin çözümü için akıllı tasarımlar geliştirilmiştir.

Telekomünikasyon ağlarının yönetimi ve optimizasyonu için öğrenmeye dayalı ağlara gereksinim duyulmaktadır. İleri makine öğrenmesi tekniklerinin kullanıldığı bir çalışmada [9], öğrenmeye ve dağıtık zekâyâ dayalı bir yaklaşım önerilmektedir. Bilişsel-tabanlı ağlar (COgnition-BASed NETworkS, COBANETS) adını verdikleri bu yaklaşımda öğrenme, modelleme, optimizasyon ve verinin temsili için danışmansız derin öğrenme (Deep Learning, DL) tekniği ve olasılıksal modeller kullanılmaktadır. Bu öğrenme tekniklerinin, NFV ile birlikte kullanılmasının sistem seviyesinde otomatik optimizasyona ve yeniden yapılandırmaya olanak sağlayacağı belirtilmektedir. Ayrıca, önerilen yaklaşım güvenlik perspektifinden de gözden geçirilmektedir. Buna göre, istatistiksel yöntemlerin ve veri madenciliği gibi ileri makine öğrenmesi tekniklerinin kullanıldığı sistemlerde çok fazla veri sürekli olarak öğrenme sürecinden geçirilmektedir. Bu yüzden, kişisel verilerin gizliliği geleneksel ağ altyapılarına göre daha fazla önem arz etmektedir. Gizliliği hedef alan saldırılara karşı anonimleştirme tekniklerinin kullanımının, verinin kime ait olduğunun anlaşılabilmesinin önüne geçilmesini sağlayacağı ifade edilmektedir.

IV. AI-TABANLI SDN GÜVENLİĞİ ÇÖZÜMLERİ

Bilgisayar ve ağ sistemlerindeki zararlı yazılımların tespiti her geçen gün zorlaşmakta ve gelişmiş kalıcı tehditlere (Advanced Persistent Threat, APT) [10] karşı imza tabanlı anti-virüs, saldırı tespit/önleme sistemlerindeki (IDS/IPS) güvenlik yaklaşımları yetersiz kalmaktadır. Güvenlik sistemlerinde AI-tabanlı çözümlerin etkinleştirilmesine dair çeşitli çalışmalar bulunmaktadır.

SDN güvenliği ile ilgili literatürdeki çalışmalar daha çok saldırı ve anomali tespitine yöneliktir. Günümüzde ağ güvenliğini en fazla tehdit eden unsurların başında dağıtık servis reddi (Distributed Denial of Service, DDoS) saldırıları gelmektedir. Normal trafik ile sahte trafiği birbirinden ayırt etmek kolay değildir. Çok fazla sayıda paketin analiz edilmesi gerekmektedir. Ayrıca, sahte trafiğin başarılı bir şekilde tespit edilebilme oranı ve tepki süresi önem arz etmektedir. Ağın yönetiminin merkezi bir denetleyici üzerinden yapılması SDN'in artlarından biridir. Fakat denetleyicinin hedef alındığı DDoS saldırıları tek bir nokta üzerinden tüm ağın çökmesi (Single Point of Failure, SPOF) durumuna sebep olabilir. Güncel bir çalışmada [11], SDN altyapısında sızma

girişimlerine ve DDoS saldırılarına karşı koruma sağlamak amacıyla makine öğrenmesi teknikleri analiz edilmektedir. Bir başka çalışmada [12], NOX [13] denetleyicisinden ve OpenFlow destekli anahtarlayıcılarından oluşan bir ağda, DDoS saldırılarının tespiti için bir yöntem önerilmektedir. Bu yöntemde, genellikle sınıflandırma problemlerinin çözümünde tercih edilen ve danışmansız öğrenme türünde bir yapay sinir ağı olan öz düzenleyici haritalar (Self-Organizing Maps, SOM) [14] kullanılmaktadır. OpenFlow destekli anahtarlayıcılarda tüm aktif akışlara ait istatistiklerle birlikte akış tabloları tutulmaktadır. Ağdaki anahtarlayıcılar NOX denetleyicisi üzerinden belli aralıklarla izlenmektedir. Bu süre zarfında tüm anahtarlayıcılardan trafik akışları toplanmakta ve akışlara ait özellikler çıkarsanmaktadır. Akış başına ortalama paket sayısı, byte değeri, süre vb. trafik akışına ait özellikler kullanılarak eğitilen SOM ile ilgili trafik normal ve anormal şeklinde sınıflandırılmaktadır. Akış toplayıcı (flow collector), özellik çıkarsayıcı (feature extractor) ve sınıflandırıcı (classifier) olmak üzere üç modülden oluşan bu yöntem NOX denetleyicisi ile yan yana çalışmaktadır. Bu yaklaşım, geleneksel yaklaşımlara kıyasla bazı katkılar sunmaktadır. Trafik akışına ait özelliklerin çıkarsanması, KDD-99 veri kümesinin kullanıldığı yöntemlere göre çok daha düşük oranda bir yük (overhead) getirmektedir. Tespit mekanizması yeni saldırılara karşı güncellenebilmekte ve kullanılan sınıflandırma tekniği gerektiğinde değiştirilebilmektedir. Tespit döngüsüne OpenFlow destekli yeni anahtarlayıcıların eklenebilmesine veya çıkarılabilmesine olanak sağlamaktadır. Ağ topolojisi değiştiğinde tespit döngüsü de buna göre uyarlanabilmektedir. Ayrıca, DDoS saldırılarının tespitinde yüksek oranda bir başarı sağladığı ve düşük oranda yanlış pozitif (false positive, FP) değerlerine sahip olduğu belirtilmektedir.

SDN'de anomali tespitine yönelik bir başka çalışmada [15] ise denetleyici üzerine konumlandırılmış veri toplayıcı (data collector), özellik seçimi (feature selection) ve sınıflandırma (classification) modüllerinden oluşan bir sistem önerilmektedir. Öncelikle, ağdaki veriler toplanmakta, sonrasında önemli özellikler seçilmekte ve son olarak trafik normal veya anomali şeklinde sınıflandırılmaktadır. Özellik seçimi, anomalinin doğru bir şekilde tespit edilebilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. En uygun özelliklerin seçilebilmesi sınıflandırma algoritmasının performansını arttırmaktadır. Bunun için de bazı optimizasyon teknikleri bulunmaktadır. Bu çalışmada, özellik seçimi için optimizasyon amaçlı üst-sezgisel bir algoritma türü olan ikili yarasa algoritması (Binary Bat Algorithm, BBA) [16] ve sınıflandırma için entropi yöntemi kullanılmaktadır. NSL-KDD [17] veri kümesinde normal trafiğe ve dört farklı saldırı çeşidine ait paketler bulunmaktadır. Özellik seçimi için NSL-KDD veri kümesi BBA algoritmasına girdi olarak verilmiştir. Çıktı olarak istenmeyen özellikler elimine edilmiş ve geriye kalan özellikler sınıflandırma modülüne girdi olarak verilmiştir. DoS, tarama (probe), uzaktan yerel alan ağına oturum açma (Remote to Local, R2L) ve kullanıcı hesabını tam yetkili yönetici hesabına yükseltme (User to Root, U2R)

saldırılarının her biri için farklı özellikler seçilmiştir. Sınıflandırma işlemi için J48 [18] karar ağacı (decision tree) algoritması kullanılmıştır. Çalışmada, saldırıların tespit oranı ve FP oranı ölçülerek sınıflandırmanın başarısı değerlendirilmektedir. Saldırı tespit oranında en iyi sonucu U2R, FP oranında ise DoS vermiştir.

Dotcenko ve arkadaşlarının çalışmasında [19], SDN'de esnek hesaplama (soft computing) dayalı bilgi güvenliği yönetim sistemi algoritması ve bulanık mantık-tabanlı IDS sunulmaktadır. IDS, istatistik toplama, işleme ve karar verme modüllerinden oluşmaktadır. Karar verme sürecinde kullanılan bulanık kuralların daha iyi sonuçlar verdiği, kod satır sayısını %20-30 arasında azalttığı ve hesaplama gereksinimlerini düşürdüğü belirtilmektedir.

Bilgisayar ağlarının her geçen gün daha karmaşık bir hale gelmesi, otonom ağ yönetimi (Autonomic Network Management, ANM) kavramının önemini artırmaktadır. Bu yüzden, biyolojik sistemlerin çalışma prensibinden esinlenerek otonom ağlar geliştirilmektedir. Bunun için de makine öğrenmesi gibi çeşitli AI teknikleri kullanılmaktadır. Böylece, bilişsel unsurları içeren ağlar ortaya çıkmaktadır. Tantar ve arkadaşlarının çalışmasında [20], SDN mimarisinin sunmuş olduğu ağ üzerinde global bakış açısı ve anahtarlayıcı istatistikleri gibi içerisinde AI teknikleri barındırmayan özellikler, bilişsel olmayan fonksiyonlar (non-cognitive functions) olarak ifade edilmektedir. AI teknikleri kullanılarak içerisinde öğrenme tabanlı yaklaşımları barındıran SDN güvenliği uygulamaları ise bilişsel fonksiyonlar (cognitive functions) olarak tanımlanmaktadır. Bilişsel fonksiyonların, uygulama düzleminde uygulanması ile SDN'in güvenlik seviyesinin artırılabilirliği belirtilmektedir. Bilişsel fonksiyonların, ağ trafiğindeki veya yapılandırmasındaki değişiklikleri fark ederek ve çıkarımda bulunarak olası güvenlik tehditlerini tahmin edebileceği ve bu tehditlere karşı koruma sağlayabileceği vurgulanmaktadır.

V. SONUÇ VE GELECEK ÇALIŞMA

Akıllı cihazlar, akıllı şehirler ve akıllı yönetimler gibi konseptlerin daha fazla ön plana çıktığı günümüzde birçok alanda olduğu gibi SDN yönetimi, güvenliği ve optimizasyonu gibi konularda da daha dinamik, etkin ve akıllı çözümler sunacak AI-tabanlı yaklaşımlara gereksinim duyulmaktadır. SDN'deki büyük verinin de makine öğrenmesi gibi AI teknikleri kullanılarak işlenmesi, bilgiye ve öğrenmeye dayalı, akıllı davranışlar sergileyen CN'lerin geliştirilebilmesine olanak sağlayacaktır. CN ile geçmiş verilerden öğrenerek gelecekte karşılaşılan olaylarla ilgili kendi kendine karar verebilen ağların geliştirilmesi mümkün hale gelebilecektir. Böylece daha akıllı bir ağ mimarisi ortaya çıkacak ve bu sayede kullanıcılara özel servisler verilebilecektir. AI teknikleri ile SDN, 4G/5G ağların, HetNets'in ve mobil ağların entegrasyonunun sağlanmasına yönelik çalışmalar CN'lerin oluşturulmasında önemli bir rol oynayacaktır.

SDN güvenliğinde AI-tabanlı çalışmalar daha çok saldırı ve anormali tespitine yöneliktir. İleri makine öğrenmesi teknikleri ile SDN'in entegrasyonu sağlanarak daha etkin bir ağ koruması gerçekleştirilebilir. SDN'deki trafik akışları, ileri makine öğrenmesi teknikleri ile sınıflandırılabilir ve anormaller tespit edilebilir. Bu alanda şu ana kadar yapılan çalışmalar çok az sayıda olup henüz yeterli seviyede değildir. Bu yüzden, SDN güvenliğinde AI tekniklerinin kullanımı üzerine çok daha fazla çaba harcanarak çalışma yapılması gerektiğini düşünmekteyiz.

REFERANSLAR

- [1] M. F. Akbaş, E. Karaarslan and C. Güngör. "A Preliminary Survey on the Security of Software-Defined Networks". 3rd International Conference on Advanced Technology & Sciences (ICAT'16), 2016.
- [2] N. McKeown, T. Anderson, H. Balakrishnan, G. Parulkar, L. Peterson, J. Rexford, S. Shenker and J. Turner. "OpenFlow: Enabling Innovation in Campus Networks". ACM SIGCOMM Computer Communication Review, vol. 38, no. 2, pp. 69-74, 2008.
- [3] D. Kreutz, F. M. V. Ramos and P. Verissimo. "Towards Secure and Dependable Software-Defined Networks". Second ACM SIGCOMM Workshop on Hot Topics in Software Defined Networking, pp. 55-60, 2013.
- [4] J. Qiu, Q. Wu, G. Ding, Y. Xu, S. Feng. "A Survey of Machine Learning for Big Data Processing". EURASIP Journal on Advances in Signal Processing, 2016.
- [5] J. Kadir, K. A. Yau, M. A. Imran, Q. Ni and A. V. Vasilakos. "Artificial Intelligence Enabled Networking". IEEE Access Special Section Editorial, vol. 3, pp. 3079-3082, 2015.
- [6] X. Wang, X. Li and V. C. M. Leung. "Artificial Intelligence Based Techniques for Emerging Heterogeneous Networks: State of the Arts, Opportunities and Challenges". IEEE Access Special Section on Artificial Intelligence Enabled Networking, vol. 3, pp. 1379-1391, 2015.
- [7] Z. Zhang, W. Huangfu, K. Long, X. Zhang, X. Liu and B. Zhong. "On the Designing Principles and Optimization Approaches of Bio-Inspired Self-Organized Network: A Survey". Science China Information Science, vol. 56, no. 7, pp. 1-28, 2013.
- [8] S. Sun, L. Gong, B. Rong and K. Lu. "An Intelligent SDN Framework for 5G Heterogeneous Networks". IEEE Communications Magazine, vol. 53, no. 11, pp. 142-147, 2015.
- [9] M. Zorzi, A. Zanella, A. Testolin, M. De Filippo De Grazia and M. Zorzi. "Cognition-Based Networks: A New Perspective on Network Optimization Using Learning and Distributed Intelligence". IEEE Access Special Section on Artificial Intelligence Enabled Networking, vol. 3, pp. 1512-1530, 2015.
- [10] C. Tankard, Q. Wu, G. Ding, Y. Xu and S. Feng. "Advanced Persistent Threats and How to Monitor and Deter Them". Network Security, vol. 2011, no. 8, pp. 16-19, 2011.
- [11] J. Ashraf and S. Latif. "Handling Intrusion and DDoS Attacks in Software Defined Networks Using Machine Learning Techniques". IEEE National Software Engineering Conference (NSEC 2014), pp. 55-60, 2014.
- [12] R. Braga, E. Mota and A. Passito. "Lightweight DDoS Flooding Attack Detection using NOX/OpenFlow". 35th IEEE Conference on Local Computer Networks (LCN 2010), pp. 408-415, 2010.

- [13] N. Gude, T. Koponen, J. Pettit, B. Pfaff, M. Casado, N. McKeown and S. Shenker. "NOX: Towards an Operating System for Networks". ACM SIGCOMM Computer Communication Review, vol. 38, no. 3, pp. 105-110, 2008.
- [14] T. Kohonen. "The Self-Organizing Map". IEEE, vol. 78, no. 9, pp. 1464-1480, 1990.
- [15] R. Sathya and R. Thangarajan. "Efficient Anomaly Detection and Mitigation in Software Defined Networking Environment". IEEE Second International Conference on Electronics and Communication Systems (ICECS 2015), pp. 479-484, 2015.
- [16] S. Mirjalili, S. M. Mirjalili and X. S. Yang. "Binary Bat Algorithm". Neural Computing and Applications, vol. 25, no. 3, pp. 663-681, 2014.
- [17] M. Tavallaei, E. Bagheri, W. Lu and A. A. Ghorbani. "A Detailed Analysis of the KDD CUP 99 Data Set". IEEE Symposium on Computational Intelligence for Security and Defense Applications (CISDA 2009), pp. 1-6, 2009.
- [18] N. Bhargava, G. Sharma, R. Bhargava and M. Mathuria. "Decision Tree Analysis on J48 Algorithm for Data Mining". International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering, vol. 3, no. 6, pp. 1114-1119, 2013.
- [19] S. Dotchenko, A. Vladyko and I. Letenko. "A Fuzzy Logic-Based Information Security Management for Software-Defined Networks". 16th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT 2014), pp. 167-171, 2014.
- [20] E. Tantar, M. R. Palattella, T. Avanesov, M. Kantor and T. Engel. "Cognition: A Tool for Reinforcing Security in Software Defined Networks". EVOLVE - A Bridge between Probability, Set Oriented Numerics and Evolutionary Computation V, Springer International Publishing, pp. 61-78, 2014.

Gerçek Zamanlı Strateji Oyunlarında Karar Ağaçları Kullanılarak Çatışmaya Girme Kararı Algoritması Geliştirilmesi

Mehmed Oğuz Şen, Esat Avşar, Mehmet Hikmet Demirci
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
İnönü Üniversitesi
Malatya, Türkiye

oguz.sen@inonu.edu.tr, esat.avsr@gmail.com, demirci.mehmet.hikmet@gmail.com

Özetçe—Gerçek zamanlı strateji oyunları oyun mekaniği ve oynanışı yönüyle oyun geliştiricileri ve araştırmacıların oyun içi denge, daha nitelikli yapay zekâ geliştirme vb. nedenlerle yaptıkları matematiksel modelleme ve analiz çalışmalarına konu olmaktadır. Bu oyunlar için geliştirilen yapay zekâ algoritmaları otonom robot hareketine uyarlanabilir özellikte olduğundan bu çalışma kapsamında ele alınan yaklaşımın robotik alanında da kullanılabileceği düşünülmektedir. Strateji oyunlarında kullanılan yapay zekâ, oyun sonucunu etkileyen çatışmaya girme veya çatışmadan kaçınma kararını istenen düzeyde verememektedir. Gerçek zamanlı strateji oyunlarında durum uzayı devasa boyutlarda olduğundan, bu çalışmada zaman örneklenmiş karar ağaçları kullanılarak çatışmaya girme kararının doğru olarak verilebilmesi için bir yöntem önerilmektedir. Uygulamalarda gerçek zamanlı bir strateji oyunu olan Age of Empires II ele alınmış olup, öne sürülen yöntem benzer nitelikteki diğer gerçek zamanlı strateji oyunlarına da uyarlanabilir niteliktedir. Yapılan örnek savaş benzetimleri, çeşitli kısıtlamalarla tanımlanmış durum uzayında karar ağaçlarının çatışmaya girme kararını doğru olarak verebildiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler — zaman örneklenmiş karar ağaçları, oyun yapay zekası, strateji oyunları, Age of Empires II, çatışmaya girme problemi,

I. GİRİŞ

Gerçek zamanlı strateji oyunları oyun mekaniği ve oynanışı açısından diğer oyun türlerinden ayrılmaktadır. Diğer oyunlarda olduğu gibi strateji oyunlarında da kullanıcılar galip gelmek için oyunun geliştiricileri tarafından oyun mekaniğinde tanımlanan galibiyet koşullarını yerine getirmek durumundadır. Ancak strateji oyunlarında farklı oynayış tarzlarıyla bu koşulların sağlanması mümkün olabilmektedir. Oyunu kazanmak için yapılan hamlelerin çeşitliliği ve farklı nitelikteki birimlerin kazanmada etkili olarak kullanılabilmesi, bir strateji oyunun karmaşıklığını belirleyen faktörlerdir.

Strateji oyunlarında hâlihazırda kullanılan ve oyunların mevcut oynanış düzeyini geliştirmesi için önerilen yapay zekâ algoritmalarının robotik alanında karşılaşılan problemlere (yol bulma, hedefe en kısa yoldan ulaşma vb.) yönelik çözümlerle birebir benzerlik veya uyarlanabilirliği

söz konusudur [1]. Ayrıca strateji oyunundaki bir savaşçı birimin davranışını yöneten yapay zekâ, günümüzde AR-GE aşamasında bulunan otonom harekete sahip robot askerlerin saldırı ve savunma algoritmaları için de kullanılabılır niteliktedir.

Strateji oyunlarında insan ve yapay zekâ olmak üzere iki tür us bulunmaktadır. Bir strateji oyunu söz konusu usların yönetiminde tek oyunculu veya (oyun mekaniğinde varsa) çok oyunculu olarak oynanabilmektedir. Tek oyunculu oyunlar genellikle insan yapay zekâyâ karşı şeklinde oynanmaktadır. Çok oyunculu oyunlarda oyuncular birbirlerine karşı (1'e 1 veya herkes birbirine düşman oyun modları) veya ittifak kurup takımlar halinde (2'ye 2, 3'e 3, 4'e 4 gibi) oynayabilmektedir.

Gerçek zamanlı strateji oyunlarını oynama probleminin hesapsal karmaşıklığının NP-hard olduğu çeşitli çalışmalarla ortaya konmaktadır [1,2]. Bu nedenle strateji oyunlarını oynayabilen yapay zekânın implementasyonu genellikle betikler (scripting) üzerinden yapılmaktadır. Bu tür oyunları oynayabilen yapay zekânın oyun içi hamleleri tetikleme tabanlı yöntemlerle oluşturulmaktadır. Bu yaklaşıma destek olarak takviyeli öğrenme [4], durum tabanlı sonuç çıkarma [3] vb. geliştirmeler önerilerek insan oyuncuya daha yakın başarımla oynayabilen yapay zekâ geliştirilmesi önerilmiştir. Robertson ve Watson gerçek zamanlı strateji oyunu yapay zekâsı konusundaki akademik çalışmaları genel olarak değerlendirerek bu konuda daha ayrıntılı bilgi sunmuşlardır [5].

Strateji oyunları için geliştirilen yapay zekâ, oyun sonucunu etkileyen kritik hamlelerin önemli bir kısmında oyunu başarılı oynayan insan oyuncular düzeyinde üstesinden gelememektedir. Söz konusu kritik hamlelerden biri de uygun zamanda savaşa girme veya bariz bir mağlubiyetin önüne geçmek için savaştan kaçınma olarak tanımlanabilen çatışmaya girme kararının verilmesidir. Oyuncu usun bu kararı doğru şekilde verememesi, yönettiği ordunun kısmen veya tamamen imhasına ve dolaylı olarak oyunu kaybetmeye yol açabilmektedir. Bu çalışmada, strateji oyunları için geliştirilen yapay zekânın büyük oranda hatalı verdiği çatışmaya girme kararını daha isabetli verebilmesi için Age of Empires II: The Conquerors strateji oyunu örneğinde zaman örneklenmiş

karar ağaçlarının kullanılması önerilmektedir. İkinci bölümde oyun yapay zekâsı ve hesapsal karmaşıklığına ilişkin literatürdeki çalışmalar özetlenmektedir. Üçüncü bölümde Age of Empires II: The Conquerors strateji oyunu ve mekaniğine değinilmektedir. Dördüncü bölümde çatışmaya girme kararı problemi ve çözümü için önerilen zaman örneklenmiş (time-sampled) karar ağaçlarının nasıl oluşturulduğu açıklanmaktadır. Beşinci bölümde önerilen yöntemin örnek çatışma senaryoları üzerinde uygulanışı gösterilmekte ve son bölümde sonuçlar değerlendirilmektedir.

II. LİTERATÜR ÖZETİ

Yapay zekânın daha akıllı tercihler yapması ve başarılı insan oyuncularını alt edebilecek seviyede oynayabilmesi (Deep Blue satranç bilgisayarı gibi) için geliştirilmesi konusunda gerçek zamanlı strateji oyunu geliştiricileri ve oyun yapay zekâsı araştırmacıları çeşitli çalışmalarda bulunmuşlardır.

Viglietta v.d. farklı türlerden çok sayıda oyunu ele alarak oyunların hesapsal karmaşıklık analizini belirlemişlerdir [2]. Robertson and Watson gerçek zamanlı strateji oyunları yapay zekâsı hakkındaki araştırmaları değerlendirmektedir [5]. Ponsen v.d. açık kaynak kodlu Wargus oyunu üzerinde diğer oyuncuların hamlelerine uygun karşılık verebilen bir yapay zeka için bilgi tabanı oluşturan bir evrimsel algoritma öne sürmüştür [6].

Strateji oyunu oynayabilen yapay zekânın geliştirilmesi konusundaki akademik çalışmaların büyük çoğunluğu, kapalı kaynak kodu içermesi nedeniyle ticari oyunlara uyarlanamamaktadır. Ayrıca akademik çalışmaların motivasyonu genellikle bir oyunun ticari değerini artırma gayesinden uzak olduğundan ve sektörde duyulan ihtiyacın basit ve hızlı sonuç veren algoritmalarla giderilebilmesi nedeniyle akademisyenlerin ve oyun geliştiricilerinin çalışmaları genelde birebir uyum arz etmemektedir [1], [5].

Literatürdeki çalışmalarda genel olarak strateji oyunu oynayabilen yapay zekânın oyun başlangıcından itibaren bütün bir oyunu oynayabilmesi üzerine odaklanılmaktadır. Bu çalışmada oyun aşamaları içerisindeki özel bir problem olarak çatışmaya girme kararı tanımlanmakta ve problemin yaklaşık çözümü için karar ağaçlarının kullanımı önerilmektedir.

III. AGE OF EMPIRES II OYUNU VE MEKANIĞI

A. Age of Empires II Oyunu

Age of Empires II, 1999 yılında Ensemble Studios tarafından yapılan ve Microsoft tarafından piyasaya sürülen bir gerçek zamanlı strateji oyunudur. Bu oyun daha sonra 2000 yılında The Conquerors, 2013 yılında The Forgotten ve 2015 yılında The African Kingdoms genişleme paketleriyle güncellenmiştir [7]. Her ne kadar

bu çalışmada The Conquerors genişleme paketi incelenmişse de, önerilen yöntem ele alınan parametrelerdeki değişikliklerle daha sonraki genişleme paketleri için de kullanılabilir.

Bir strateji oyunu olarak Age of Empires II şu özelliklere sahiptir:

1. Oyun, harita olarak da adlandırılan özel tanımlı sanal zemin üzerinde oynanmaktadır. Bir harita eşkenar dörtgen biçiminde olup çeşitli ebatlara ayarlanabilmektedir. Oyuncular hamlelerini harita üzerinde yer alan kendi kontrolü altındaki birimlere fare veya klavye tuşları aracılığıyla uygularlar.
2. Gerçek zamanlı bir oyun olduğundan, oyuncular oyun esnasında peş peşe hamleler yapabilmektedir. Bir oyuncunun çabukluğu genellikle dakika başına yaptığı hamle sayısı ile ifade edilmektedir. Nanosaniye mertebesinde hamle yapabildiğinden yapay zekâ için böyle bir tanıma gerek duyulmamaktadır.
3. Çoklu oyuncu modunda bir anda birden fazla oyuncu hamle yapabilir, bazı hamlelerin gerçekleşmesi zaman almaktadır.
4. Oyunu kazanabilmek için savaşçı birimler üretilmesi, bunun için de 4 farklı türden kaynağın işçi birimler tarafından toplanması gerekmektedir. Uygulamada hazır ordular ele alındığından kaynak toplanmasına ilişkin yapay zekâ davranışları ele alınmamıştır.
5. Bir oyun yavaş, normal ve hızlı olmak üzere üç farklı hız seçeneğinde oynanabilmektedir. Bu ayarın değiştirilmesi birimlerin hareket ve saldırı süratini etkilemektedir.
6. Bir oyunda üretilebilecek birim çeşitliliği ve sahip olunabilecek güçlendirmelerin sınırları *teknoloji ağacı* şeklinde gösterilmektedir. Bu ağacın düğümleri; bir birim türü, geliştirme veya güçlendirme olabilir.

B. Yönetilen Birimler ve Nitelikleri

Age of Empires II oyununda, oyuncular birimleri yöneterek hamlelerini gerçek zamanlı olarak (diğer oyuncularla aynı zamanda) yaparlar. Oyundaki bir birim işçi, savaşçı veya destek türünden olabilir. İşçi birimlerinin de saldırı kabiliyeti olmasına karşın, pek çok savaş senaryosunda askeri güç olarak önemsiz olduğundan değerlendirilmelere dâhil edilmemiştir. Destek birimleri de durum uzayını gereksiz yere büyütmemek için göz ardı edilmiştir.

Bir birim oyun ekranında olmasını sağlayan *sağlık puanı* (bu puanı sıfır olan birim oyun dışı kalır), saldırıya uğradığında daha az sağlık puanı kaybetmesini sağlayan *zırhı*, eğer saldırabiliyorsa verdiği hasarı gösteren *saldırı puanı*, peş peşe iki saldırı arasında geçen bekleme süresini ifade eden *saldırı sıklığı* parametrelerine sahiptir. Saldırı sıklığı değerinin küçük olması birimin daha sık saldırdığı anlamına gelmektedir. Buna ek olarak bir birimin yakın mesafe (kılıç, gürz vb.) saldırılara karşı koruyucu nitelikteki *yakın zırhı* ve menzilli (ok, mızrak vb.) saldırılara karşı koruyucu nitelikteki *menzilli zırhı* olmak

üzere iki tür zırhı bulunmaktadır. Saldırıları *yakın* mesafeden veya *menzilli* olmak üzere iki türde yapılabilmektedir. Oyun mekaniğinde saldırı puanı saldırı türüne göre ayrı ayrı ele alınmakta ve uygun zırh türüyle eşleştirilmektedir.

Söz konusu parametreler, çeşitli güçlendirmelerle değiştirilebilmektedir. Bir oyuncu bu güçlendirmeleri rakibinden önce yaptırarak kendi ordusuna avantaj sağlayabilir. Ayrıca bir birimin alt türünden üst türüne yükseltilmesi de parametrelerinde (büyük çoğunlukla olumlu) değişikliğe neden olur. Uygulamalarda bir birimin en üst türü ele alınmıştır.

Yakın mesafeli saldırı yapan bir birimin saldırabilmesi için saldırdığı birimin yanında olması gerekir. Saldırma hamlesi yapılırken eğer arada mesafe varsa saldırma komutu gerçekleşmez, önce aradaki mesafe kapatılır ardından (eğer saldıran birim uzaklaşmıyorsa) oyuncudan ek bir talimat beklenmeden saldırı yapılır. Menzilli saldırı yapan bir birim hedefi kendi saldırı menzili içindeyse saldırı hamlesi gerçekleşir, aksi halde saldırı yapabileceği yakınlığa ulaşabilmek için hareket eder ve mesafe uygun hale gelince saldırı yapılır. Oyunda bazı menzilli birimler için minimum mesafe parametresi tanımlıdır. Birim bu mesafeden düşük yakınlık durumunda saldıramaz, ancak hedefinden uzaklaşarak saldırabilir. *Elite Skirmisher* birimi bu özelliktedir.

Uygulamalarda ele alınan birim türlerinin özellikleri **Tablo 1**'de gösterilmektedir. Oyunda daha fazla türden birim (gemi, mancınık, topçu vb.) bulunmasına karşın, çalışma kapsamı tablodaki birimlerle sınırlı tutulmuştur.

Birim adı	Saldırı Türü	Sağlık puanı	Saldırı puanı	Yakın zırhı	Menzilli zırhı	Saldırı sıklığı (ROF)
Halberdier (P)	Yakın	60	6	0	0	3,05
Paladin (S)	Yakın	160	14	2	3	1,93
Arbalest (P)	Menzilli	40	6	0	0	2,03
Heavy Camel (S)	Yakın	120	7	0	0	2,03
Champion (P)	Yakın	70	13	1	1	2,03
Elite Skirmisher (P)	Menzilli	35	3	0	4	3,05
Hussar (S)	Yakın	75	7	0	2	1,93
Cavalry Archer (S)	Menzilli	50	6	0	0	2,03

Tablo 1 Uygulamada ele alınan birim türleri ve özellikleri. P, Piyade birimleri, S ise süvari türü birimleri ifade etmektedir.

Bu tablodaki saldırı puanı ve zırh değerleri herhangi bir yükseltme olmaksızın temel halleriyle verilmektedir. Saldırı sıklığı saniye cinsinden olup, *yavaş* hız türü için geçerlidir.

C. Oynanabilir “Milletler” ve Oyuna Etkileri

Oyuncuların yönettiği medeniyet grupları *millet* olarak adlandırılmaktadır. *Age of Empires II: The Conquerors* oyununda; ortaçağın çeşitli dönemlerinde hâkimiyet kurmuş 17 farklı *millet* oynanabilir. Her *milletin* teknoloji

ağacında erişebildiği veya erişemediği düğümler vardır. Seçilen *milletin* teknoloji ağacındaki bir düğüme erişilemiyorsa o birim üretilemez veya o güçlendirmeye sahip olunamaz demektir. Buna ek olarak her *milletin* kendilerine özel ek yükseltmeleri (daha hızlı hareket, saldırı, daha ucuza üretim vb.) ve savaşçı birimleri bulunmaktadır.

Yapılan uygulamalarda oyuncuların yönettikleri *milletler*, millet seçiminden kaynaklanan avantajların önüne geçilecek şekilde belirlenmiştir. Ayrıca her *milletin* kendisine özgü savaşçı birimleri de değerlendirmeye alınmamıştır.

D. Saldırı Stratejileri

Oyun esnasındaki çatışmalarda oyuncular farklı saldırı stratejileri uygulayabilmektedir. Bir oyuncunun tercih ettiği saldırı stratejisi sonuca doğrudan etkileyici niteliktedir. Uygulamalarda ele alınan saldırı stratejileri şunlardır.

1) Teke Tek Saldırı (One on one):

Rakibin her bir birimine sadece bir birim saldırarak şekilde saldırılmasıdır. Sayı eşitsizlikleri nedeniyle pratikte sık karşılaşılan bir durum değildir.

2) Odaklı Saldırı (Focus Fire):

Bu saldırı türünde bütün savaşçıların tek bir hedefe odaklanması amaçlanır. Bu stratejinin avantajı hedef alınan birimin hızlı bir şekilde yok edilebilmesidir fakat toplam saldırı puanı saldıran birimin sağlık puanından yüksek ise fazla saldırı puanları boşa gideceğinden fazladan saldırıyı yapan birimlerin saldırıları zayi olur (overkill) ve o anda başka bir hedefin sağlık puanının azaltılamamasına yol açar. Menzilli birimler için genelde bu saldırı stratejisi tercih edilir.

3) Karışık Saldırı (Blended Attack)

Yukarıdaki iki türün karışımı olarak tanımlanabilecek bu türde savaşçı birimler vakit kaybetmeden en yakınında yer alan rakip birime hücum ettirilir. Eğer rakip birimi bir seferde yok edebilecek toplam saldırı gücüne erişilmişse, hedefin yakınında dahi olsalar diğer birimler teke tek veya başka bir odaklı saldırı için yönlendirilir. Bu saldırı türü ile saldırı puanının zayi olmasının önüne geçilebilir.

E. Ön Kısıtlamalar

Devasa genişlikteki durum uzayını sınırlamak ve zaman örneklenmiş karar ağaçlarının aşırı büyümesinin önüne geçmek için savaş durumlarında aşağıda belirtilen kısıtlamalar kullanılmıştır.

1) Çatışma alanın geometrisini basitleştirmek ve bu geometriden kaynaklı herhangi bir tarafın lehine durum oluşturmamak için, çatışmaya etkiyecek diğer yer şekilleri ihmal edilmiş ve Şekil 1’ de görüldüğü gibi çatışmalar düz bir alanda gerçekleştirilmiştir.

2) Çatışma alanı tüm birimlerin sığabildiği ve çarpışabildiği büyüklüktedir.

3) Birimlerin sağlık yenilenmesi (health point regeneration) ihmal edilmiştir.

4) Büyü etkisi, yakındaki birime sıçrayan hasar (splash damage), çoklu saldırı, genel ve özel bütün yükseltmeler değerlendirme dışı bırakılmıştır.

5) Bütün savaşçıların çatışma başladığı anda birbirlerine tam isabetle saldırdıkları kabul edilir.

6) Oyunun ırklara sağladığı özel ustalık alanları ihmal edilecektir.

7) Pirus zaferi olarak adlandırılan (kazanmanın getirisinin verilen kayıplara değmemesi) durumlarda da bir çatışma kazanılmış sayılacaktır.



Şekil 1 Uygulamada kullanılan harita yapısı

F. Kazanma Koşulu

Standart tanımlı bir oyunu kazanmak için rakibin bütün binalarının yok edilmesi veya oyundan çekilmesi gerekir. Uygulamada sadece çatışma anları ele alındığından, bu durumda bir oyuncunun kazanması için rakibin birimlerinin tamamen imha edilmesi ve kendi ordusundan en az bir birimin oyunda kalması gerekir. Oyun alanında ayakta kalan savaşçı(lar) hangi takımda ise çatışma o takım lehine sonuçlanır.

Zaman örneklenmiş karar ağacının sonucunda olumlu duruma ulaşıyorsa çatışmaya girilecektir.

IV. ÇATIŞMAYA GİRME KARAR PROBLEMİ VE KARAR AĞAÇLARI

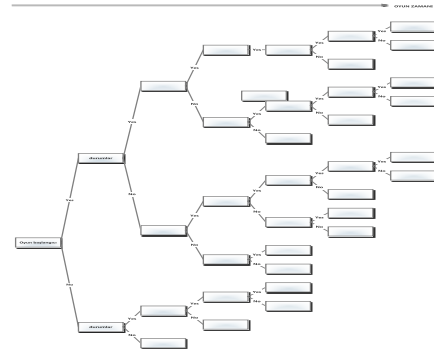
A. Problemin Karmaşıklık Analizi

Durum uzayının boyutları ele alındığında gerçek zamanlı bir strateji oyunlarında bir çatışmanın bütün parametreleriyle analizi ve sonucunun kestirilmesi NP-hard karmaşıklık düzeyindedir [2], [3]. Ancak karar ağaçları kullanılarak durum uzayında yukarıda tanımlanan kısıtlamalarla sınırlı durumlar için yaklaşık çözümler bulunabilir.

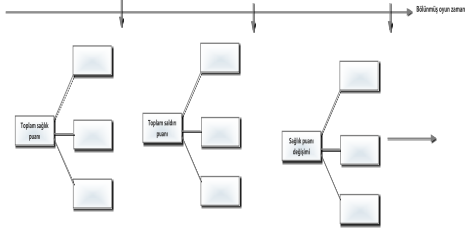
B. Strateji Oyunları İçin Zaman Örneklenmiş Karar Ağacı Yapısı

Strateji oyunlarının yapısındaki yüksek karmaşıklık ve oynanışındaki belirsizlikler (ön görülemeyen hamleler) durum uzayını devasa bir hale getirerek oyunu kapsayıcı bir karar ağacı tasarımı zorlaştırmakta ve genel başarıyı düşürmektedir. Bunun için bütün oyun zamanını kapsayan büyük bir karar ağacı yerine (Şekil 2) oyun süresini kısa aralıklara bölüp her zaman aralığında ayrı bir karar veren zaman örneklenmiş (time sampled) karar ağaçları tanımlanmaktadır (Şekil 3). Örneklenmiş zaman aralığı için tanımlanan karar ağacı yapısı Şekil 4'te gösterilmiştir.

İlk olarak orduların birim sayıları karşılaştırılmakta; az, eşit veya çok olma durumlarına göre sol alt ağaç her bir seçenek için tekrarlanmaktadır. Ordu sayılarından sonra her iki ordunun bütün birimlerinin toplam sağlık puanları karşılaştırılmakta; az, eşit veya çok olma durumlarına göre (mevcut düğüm seviyesinden itibaren) sol alt ağaç her bir seçenek için tekrarlanmaktadır. Sağlık puanı karşılaştırmasından sonra her iki ordunun bütün birimlerinin toplam saldırı puanları karşılaştırılmakta; az, eşit veya çok olma durumlarına göre (mevcut düğüm seviyesinden itibaren) sol alt ağaç her bir seçenek için tekrarlanmaktadır. Saldırı puanı karşılaştırmasından sonra saldırıların rakip ordunun bir biriminde yol açacağı sağlık puanı değişimleri karşılaştırılmaktadır. Burada rakip ordu birimlerinin zırh türleri, saldırı türlerine göre hesaba katılarak net saldırı hasar değeri hesaplanmaktadır. Karşılaştırma sonucunda az, eşit veya çok olma durumlarına göre (mevcut düğüm seviyesinden itibaren) sol alt ağaç her bir seçenek için tekrarlanmaktadır. Sağlık puan değişimi karşılaştırmasından sonra birimlerin saldırı sıklıkları karşılaştırılmakta; az, eşit veya çok olma durumlarına göre (mevcut düğüm seviyesinden itibaren) sol alt ağaç her bir seçenek için tekrarlanmaktadır. Bütün bu karşılaştırmalardan rakibe göre düşük değerler alınırsa odaklı saldırı sonucunda birim kaybı olup olmadığına her iki ordu için bakılmaktadır. Burada da dezavantajlı sonuç alınırsa savaştan kaçınılması kararı verilmektedir.



Şekil 2 Oyunun Başladığı Andan İtibaren Hamle Tercihlerini Gösteren Temsili Ağaç Yapısı



Şekil 3 Oyunun Herhangi Bir Anında Karar Ağacıyla Oyuna Zaman Örneklenmiş (Time Sampled) Yaklaşım

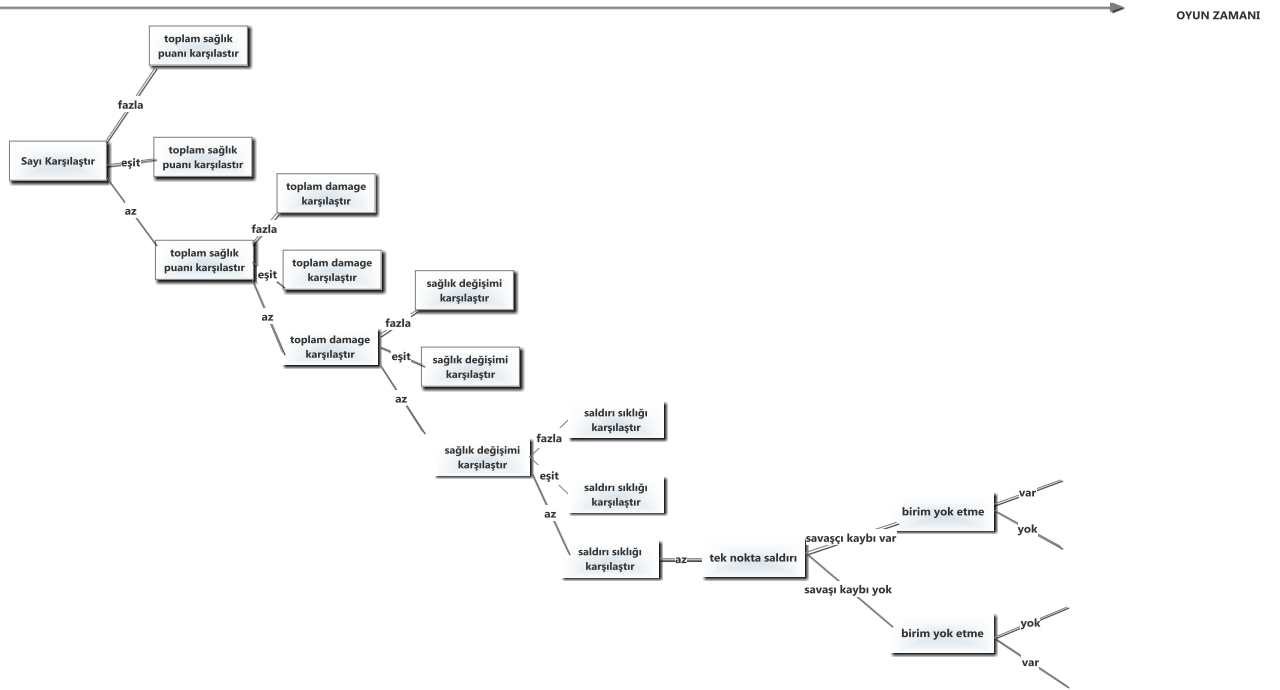
Saldırı puanı (Damage point): Bir birimin verdiği hasarın miktarını belirten, oyun motoru tarafından tanımlanmış değerlerdir ve çatışma sonuna kadar bu değerler sabit kalır. Bir ordunun toplam saldırı puanı $TDmg$ aşağıdaki denklemle belirtilmektedir.

$$TDmg = S(Melee) + S(Range) \quad (1)$$

Burada $S(Melee)$, ordudaki bütün yakın mesafe saldırısı yapan birimlerin toplam saldırı puanını hesaplayan bir ifadedir ve şu şekilde tanımlanmaktadır.

C. Parametreler ve Matematiksel Modellemeleri

Bu bölümde çatışmanın analizi için gerek duyulan parametreler ve karar ağacındaki ara karar düğümlerinin matematiksel modellenışı sunulmaktadır.



Şekil 4 Örneklenmiş Zaman İçin Önerilen Karar Ağacı Yapısı

$$S(Melee) = N_c * N_{cdmg} + N_{hc} * N_{hcdmg} + N_p * N_{pdmg} + N_{ha} * N_{hadmg} + N_{hu} * N_{hudmg} \quad (2)$$

Bu denklemde N_c parametresi ordudaki mevcut *Champion* biriminin sayısını, N_{cdmg} parametresi *Champion* biriminin saldırı puanını, N_{hc} parametresi *Heavy Camel* biriminin sayısını, N_{hcdmg} parametresi *Heavy Camel* biriminin saldırı puanını, N_p parametresi *Paladin* biriminin sayısını, N_{pdmg} parametresi *Paladin* biriminin saldırı puanını, N_{ha} parametresi *Halberdier* biriminin

sayısını, N_{hadmg} parametresi *Halberdier* biriminin saldırı puanını, N_{hu} parametresi *Hussar* biriminin sayısını, N_{hudmg} parametresi de *Hussar* biriminin saldırı puanını belirtir.

$S(Range)$, ordudaki bütün menzilli saldırı yapan birimlerin toplam saldırı puanının hesaplayan bir fonksiyondur.

$$S(Range) = N_a * N_{adm} + N_{ca} * N_{cadmg} + N_{es} * N_{esdm} \quad (3)$$

Bu denklemde N_a parametresi ordudaki mevcut *Arbalest* biriminin sayısını, N_{adm} parametresi *Arbalest* birimin saldırı puanını, N_{ca} parametresi *Cavalry Archer* biriminin sayısını, N_{cadmg} parametresi *Cavalry Archer* biriminin saldırı puanını, N_{es} parametresi *Elite Skirmisher* biriminin sayısını, N_{esdm} parametresi de *Elite Skirmisher* biriminin saldırı puanını belirtir.

Sağlık Puanı Değişimi (Hit Point Change): Bir birime verilen toplam hasar miktarına bağlı olarak birimin sağlık puanındaki değişim ΔHP şu şekilde tanımlanmaktadır.

$$\Delta HP = S_1 \frac{Dmg_1}{ROF_1} + S_2 \frac{Dmg_2}{ROF_2} + S_3 \frac{Dmg_3}{ROF_3} \dots \quad (4)$$

Burada $Dmg_1, Dmg_2, Dmg_3 \dots$ düşman bir birimin yol açtığı net hasar değeridir. ΔHP değeri saldıran tarafın seçtiği saldırı stratejisine göre değişmektedir. $ROF_1, ROF_2, ROF_3 \dots$ sırasıyla birinci, ikinci, üçüncü tür birimin saldırı sıklığı parametresidir.

Bir birimin aldığı hasar, birimin yakın mesafe ve menzilli zırhı değeri tarafından azaltılır. Yakın mesafeden yapılan saldırılar yakın mesafe zırhı tarafından, menzilli saldırılar menzilli zırhı tarafından azaltılmaktadır. Bir birimin aldığı net hasar oyun mekaniğinde aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir.

$$Dmg_i = \max(1, (\max(0, YS - YZ) + \max(0, PS - PZ) + \sum_i \max(0, EkS_i - EkZ_i)) \times k_e) \quad (5)$$

Bu denklemde YS birimin verdiği yakın mesafe hasar miktarı, YZ saldırılan birimin yakın mesafe zırh değeri, PS birimin verdiği yakın mesafe hasar miktarı, PZ saldırılan birimin yakın mesafe zırh değeri, EkS_i saldırılan birim i türüne aitse ve saldıranın bu türe ek hasar verme özelliği varsa tanımlanan ek hasar miktarı, EkZ_i saldırılan birim i türüne aitse ve saldırı türüne ek direnci varsa tanımlanan ek zırh miktarını göstermektedir. k_e irtifa çarpanı olup, saldıran birim saldırılandan daha aşağı irtifadaysa 5/4, daha yukarı irtifadaysa 3/4, aynı seviyedelerse 1 değerlerini alır. Uygulamadaki çatışma senaryoları düz bir zemin üzerinde olduğundan bu değer 1 olarak sabitlenmiştir.

Tablo 1'de belirtilen birim türlerinden *Halberdier*, süvari birimlerine, *Heavy Camel* diğer süvari birimlerine, *Elite Skirmisher* *Arbalest* birimine ek hasar vermektedir.

V. UYGULAMALAR

Uygulamada Tablo 1'de belirtilen birim türlerinden çeşitli ordular oluşturulmuş ve çatışmaların karar ağacı üzerinde simülasyonları yapılmıştır. Daha sonra aynı çatışma senaryoları oyunun harita düzenleyicisi kullanılarak oyun içinde gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar simülasyonlardan alınan sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Menzilli birimlerin savaştığı son

senaryoda değişik saldırı türlerinde farklı sonuçlar oluşabileceğinden, mevcut birim türüne en uygun olan odaklı saldırı tercih edilmiştir.

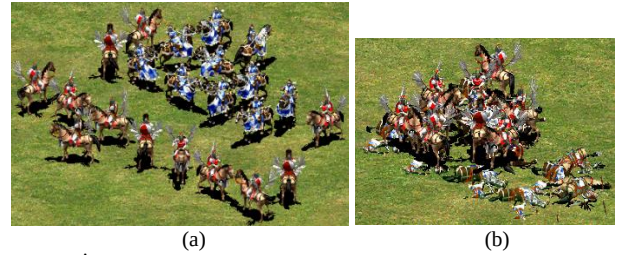
Age of Empires II açık kaynak koduna sahip olmadığından, oyun içinde geliştirilmiş yapay zeka kodlarına doğrudan müdahale söz konusu değildir. Ancak oyun içindeki harita düzenleyici ve tersine mühendislik (reverse engineering) yöntemleriyle ayrı bir yapay zeka implementasyonu yapılabilmektedir. Bu çalışma kapsamında oyun içindeki yapay zekâya müdahale söz konusu olmadığından böyle bir ihtiyaca gerek duyulmamıştır.

Birinci Ordu	İkinci Ordu	Saldırı Türü	Simülasyon Galibi	Oyun İçi Galibi
6 Champion	14 Halberdier	Karışık	Birinci ordu	Birinci ordu
12 Hussar	10 Cavalry Archer	Teke Tek	Birinci ordu	Birinci ordu
5 Paladin	6 Heavy Camel	Karışık	İkinci ordu	İkinci ordu
8 Elite Skirmisher	12 Arbalest	Odaklı	Birinci ordu	Birinci ordu

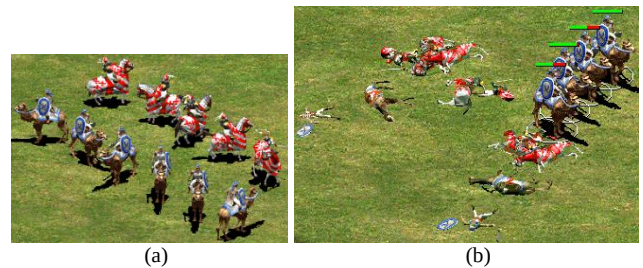
Tablo 2 Test edilen çatışma senaryoları ve alınan sonuçlar



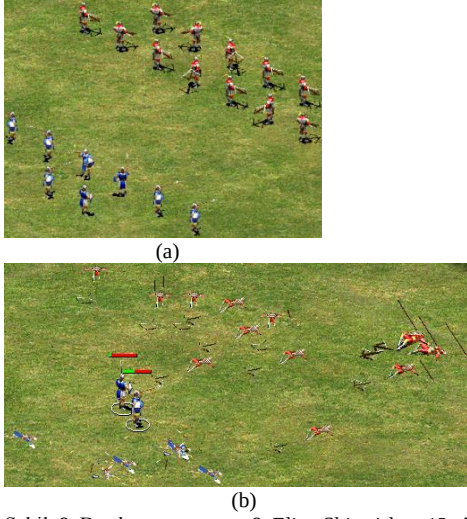
Şekil 5 Birinci senaryo 6 Champion 14 Halberdier'e karşı (a) çatışma öncesi (b) çatışma sonrası



Şekil 6 İkinci senaryo 12 Hussar 10 Cavalry Archer'a karşı (a) çatışma öncesi (b) çatışma sonrası



Şekil 7 Üçüncü senaryo 6 Heavy Camel 5 Paladin'e karşı (a) çatışma öncesi (b) çatışma sonrası



Şekil 8 Dördüncü senaryo 8 Elite Skirmisher 12 Arbalest'e karşı (a) çatışma öncesi (b) çatışma sonrası

VI. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Gerçek zamanlı strateji oyunları oyun mekaniği ve oynanışı açısından kendine has ve kodlama aşamasında detaylı matematiksel analiz ve modelleme gerektirebilen bir yapıya sahiptir. Bu oyunlar için geliştirilen yapay zekâ, oynanıştaki karmaşıklığın NP-hard düzeyinde olması nedeniyle özel yaklaşımlar gerektirmektedir. Oyun esnasında kritik öneme sahip çatışmaya girme kararı uygun zamanda savaşa girme veya bariz bir mağlubiyetin önüne geçmek için savaştan kaçınma olarak tanımlanmaktadır. Oyuncu usun bu kararı doğru şekilde verememesi, yönettiği ordunun kısmen veya tamamen imhasına ve dolaylı olarak oyunu kaybetmesine yol açabilmektedir. Bu çalışmada, strateji oyunları için geliştirilen yapay zekânın çatışmaya girme kararını daha isabetli verebilmesi için *Age of Empires II: The Conquerors* strateji oyunu örneğinde zaman örneklenmiş karar ağaçlarının kullanılması ele alınmıştır.

Uygulamada çeşitli çatışma senaryolarının önerilen karar ağacı üzerinde simülasyonları yapılarak elde edilen sonuçlar oyun içinde gerçekleştirilmiş ve Tablo 2'de belirtilen örnek senaryolar bazında zaman örneklenmiş karar ağaçlarının çatışmaya girme kararı probleminde kullanılabileceği gösterilmiştir.

Bu çalışmada NP-hard hesapsal karmaşıklığındaki bir problemin oldukça sınırlandırılmış ve küçük miktardaki orduların yer aldığı çatışma senaryoları için bir çözüm sunulmuştur. *Age of Empires II HD* ve sonraki genişleme sürümlerinde yüzlerce birime sahip orduların, farklı saldırı biçimlerine sahip özel birimlerin (*Chu-Ko-Nu*, *Cataphract* vb.) yer aldığı çatışmalar düşünüldüğünde bu çalışma çok daha geniş bir kapsama ilerletilebilir özelliktedir. Ayrıca bu çalışma kapsamında önerilen yaklaşımın farklı mekaniklere sahip strateji oyunları için benzer analizler ve çözümler getirmeye elverişli olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- [1] G. N. Yannakakis, "Game AI Revisited," in *Proceedings of the 9th Conference on Computing Frontiers*, New York, NY, USA, 2012, pp. 285–292.
- [2] G. Viglietta, "Gaming Is a Hard Job, but Someone Has to Do It!," *Theory Comput Syst*, vol. 54, no. 4, pp. 595–621, Aug. 2013.
- [3] S. Ontañón, G. Synnaeve, A. Uriarte, F. Richoux, D. Churchill, and M. Preuss, "A Survey of Real-Time Strategy Game AI Research and Competition in StarCraft," *IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games*, vol. 5, no. 4, pp. 293–311, Dec. 2013.
- [4] S. Wender and I. Watson, "Applying reinforcement learning to small scale combat in the real-time strategy game StarCraft:Broodwar," in *2012 IEEE Conference on Computational Intelligence and Games (CIG)*, 2012, pp. 402–408.
- [5] G. Robertson and I. Watson, "A Review of Real-Time Strategy Game AI," *AI Magazine*, vol. 35, no. 4, pp. 75–104, Dec. 2014.
- [6] M. Ponsen, P. Spronck, H. Muñoz-Avila, and D. W. Aha, "Knowledge acquisition for adaptive game AI," *Science of Computer Programming*, vol. 67, no. 1, pp. 59–75, Jun. 2007.
- [7] "Age of Empires II," Wikipedia, [Online] Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Age_of_Empires_II, 02.08.2016.

Bulanık ve Klasik Yöntemlerin Kümeleme Yeteneklerinin İncelenmesi

Investigation Clustering Talent of Fuzzy Clustering Method and Classical Methods

Sara ALTUN

Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
İnönü Üniversitesi
Malatya, Türkiye
sara.altun@inonu.edu.tr

M.Fatih TALU

Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
İnönü Üniversitesi
Malatya, Türkiye
fatih.talu@gmail.com

Özet — Kümeleme, verileri analiz etmek için önemli bir yöntem olup istatistiksel veri analizi ve bir çok alanda kullanılmaktadır. Son yıllarda yapılan literatür taramaları incelenince kümeleme araştırma sayısının arttığı gözlemlenmiştir. Bölünmeli kümeleme tekniği kümeleme algoritmalarından bir tanesidir ve merkez odaklı kümeleri tespit ederken bölünmeli kümeleme algoritmaları başarılıdır. Bu çalışmada, öncelikli bölünmeli kümeleme algoritmalarından bulanık c-ortalamlar ve kmeans algoritmalarının artan küme sayısına göre kümeleme yetenekleri ve zaman performansları karşılaştırılmıştır. Veri seti olarak oluşturduğumuz merkezi değerleri farklı olan fakat standart sapmaları benzer olan veriler ile Matlab ortamında bulunan ‘fisheriris’ veri kümesi kullanıldı. Sonuç olarak bulanık c-ortalamlar yönteminin daha hızlı çalıştığı ve kümeleme sayısı arttıkça daha verimli sonuca ulaştığı gözlemlendi. Yuvarlak veri kümesi olmadan da bulanık c-ortalamlar yönteminin daha doğru şekilde kümelediği gözlemlendi.

Anahtar Kelimeler — Kümeleme, Bölünmeli kümeleme, Bulanık c-ortalamlar, kmeans

Abstract — Clustering is an important method for analyzing data statistical data analysis, and is used in many fields. In recent years the number of clustering research has increased as literature scans is examined. Partition based clustering algorithms is one of the clustering algorithm and are succesful at detecting center cluster are succesful when determining the center-sets. In this study, from primary partition based clustering algorithms fuzzy c-means and k-means clustering capabilities and time performances are compared according to increasing number of cluster. As the data set is used center value is different and but is used variance values as to be same and different. As a result, it has been observed faster work of fuzzy c-means method. As a result, it has been

observed faster work fuzzy c-means method as a other method and as clustering number increases the fuzzy c-means obtain more efficient results.

Keywords — Clustering, Partition Based Clustering, Fuzzy c-means(FCM), k-means

I. GİRİŞ

Kümelemenin en ilkel tanımı aynı özelliğe sahip olan veri kümelerini bir araya getirerek gruplandırmaktır. Kümeleme yapıldıktan sonra kümeler, ait olduğu küme içerisindeki nesnelere dışarıda bulunan nesnelere göre daha çok benzerdir.

Bölünmeli kümeleme algoritmaları, k giriş parametresini alır ve n adet nesneyi giriş parameter sayısı olan k tane kümeye böler [1]. Bu bölünmeli kümeleme algoritmaları, iç içe bir kümeleme yapısı üzerinde çalışan dendogramın tek-seviyeli kümeleri bulmaya yarayan işlemler gerçekleştirir [1]. Bölünmeli yöntemlerin iyi sonuçlar üretmesinin sebebi hem uygulanabilme kolaylığı hem de verimli sonuç alınmasından dolayı iyi sonuçlar üretirler.

Günümüzde literatür taraması yapıldığında birçok bulanık kümeleme yönteminin geliştirildiği görülmektedir. Bu yöntemlerin çoğu bulanık c-ortalamlar yöntemini referans alır ve bu yöntemin değişikliklerine dayanır. Bulanık c-ortalamlar(Fuzzy c-means-FCM) algoritması ilk olarak Dunn tarafından [5] önerilmiştir. Dunn, sadece ikili kümeleme yapabilen bir yöntem önermiştir. Sonraki yıllarda Bezdek[2-3] ikiden fazla kümeleri içinde çalışabilen FCM algoritmasını geliştirmiştir. FCM’nin bir çok alanda kullanıldığı bilinmektedir[6]. FCM’de bazen farklı performanslar gözlemlenebilir. Bunun tabi sebeplerinden bir kaç veri setinde mevcut kümelerin boyutu, şekli, kümeleme sayısı ve veri setindeki gürültü oranı olarak söylenebilir. Genellikle FCM algoritmasının yuvarlak şekilli kümeler için Öklid uzaklık normundan iyi sonuçlar verdiği ve bazı diğer algoritmalara nazaran daha hızlı olduğu bilinmektedir[7].

Kümeleme algoritmaları arasında en eskisi olan k-ortalamlar (kmeans), 1967 yılında James B. MacQueen tarafından geliştirilmiştir [8]. Kmeans algoritması gözetimsiz öğrenme yöntemlerinden biri olduğu için her veriye yalnızca bir tane kümeye ait olma izni verir. Bu nedenle klasik kümeleme yöntemi olarak bilinir. Kmeans algoritması ana fikir olarak veri setinde bulunan merkez noktanın kümeyi temsil etmesine dayalı bir metottur [4]. Ve bu algoritma aynı büyüklükteki küresel kümeleri bulmada başarılıdır.

Bu çalışmada, bölünmeli hiyerarşik kümeleme algoritmalarından bulanık c-ortalamlar (fuzzy c-means) ve kmeans yöntemlerinin değişik veri kümeleri üzerindeki yetenekleri karşılaştırılmıştır. Çalışma zamanı algoritma karmaşıklığı ve iterasyon sayılarına göre karşılaştırmalar yapılarak elde edilen sonuçlar tablolar halinde verilmiştir. Yuvarlak şekilli veri setlerinde daha iyi yanıt verdikleri için yuvarlak(küre) şekilli veri kümeleri kullanılmıştır.

II. KÜMELEMEDE KULLANILAN YÖNTEMLER

kmeans Algoritması

Kmeans kümeleme yöntemi örnekleri kümelerken toplam karesel hata (error sum of squared-SSE) kullanılmaktadır. İlgili örnek, en az hata değerine sahip kümeye atanır. (1) nolu eşitlik tarafından verilen denklem ile nesnelerin bulunduğu kümenin merkez noktalarına olan uzaklıklarının karelerinin toplamını hesaplamaktadır[9].

$$SSE = \sum_{k=1}^k \sum_{x \in C_k} dist(m_k, x) \quad (1)$$

Buradaki yapının sonucu olarak k tane kümenin olabildiğince birbirinden farklı sonuç vermesi hedeflenir. Verilen algoritma k parçayı belirlemeye gayret eder, çünkü karesel hata fonksiyonunu en aza indirmeye çalışır.

Kmeans algoritması, veri setini k adet kümeye böler ve bu veri seti kmeans algoritmasına kullanıcı tarafından verilen k kümeleme sayısı parametresi ile n tane veriden oluşur. Kmeans yönteminde kümelerin benzerlikleri küme içerisindeki nesnelerin ortalaması alınarak ölçülür, böylece kümelerin ağırlık merkezleri oluşturulmuş olur[10].

Bulanık C-ortalamlar Algoritması

Bulanık bölünmeli kümeleme arasında en iyisi olarak bilinen yöntem Bulanık c-ortalamlar algoritmasıdır ve yaygın olarak kullanılır. Bulanık c-ortalamlar algoritması da amaç fonksiyonu esas alan bir yöntemdir. Bulanık c-ortalamlar yöntemi, bir nesnenin en az iki gruba ait olmasına olanak sağlar. Bulanık mantıkta üyelik değerleri [0,1] aralığında değişir. Bulanık kümeleme yaparken her veri, kümelerin her birine [0,1] aralığında değişen bir üyelik

değeri ile ait olur. Herhangi bir verinin tüm sınıflara olan üyelik değerleri toplamı "1" dir. Nesne hangi kümeye daha yakın bulunuyorsa yani kümeleme yapıldıktan sonra hangi küme merkezine daha yakın ise o kümeye ait olma üyelik değeri diğer kümelere ait olma değerinden daha büyük olacaktır. Eğer amaç fonksiyonu belirlenen en az ilerleme değerine yakınsadığı gözlemlenirse kümeleme işlemi tamamlanır.

Bulanık c-ortalamlar algoritması en küçük kareler yönteminin genelleştirilmiş şekli olan aşağıdaki amaç fonksiyonunu ilerleterek en aza indirmeye yani minimize etmeye çalışır[11].

$$J_m = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^C u_{ij}^m \|x_i - c_j\|^2, \quad 1 \leq m < \infty \quad (2)$$

Üyelik matrisi U , rasgele atanır ve böylece algoritma başlatılır. Sonraki adımda, (3) nolu denklem yardımıyla merkez vektörleri hesaplanır[11].

$$c_j = \frac{\sum_{i=1}^N u_{ij}^m x_i}{\sum_{i=1}^N u_{ij}^m} \quad (3)$$

U matrisinin yeni değerlerini hesaplamak için (4) nolu eşitlik kullanılır ve bu yeni U matrisini hesaplarken önceden hesaplanan küme merkezleri referans alınır[12]. Eski ve yeni U matrisi karşılaştırılır ve bu karşılaştırma işlemi fark ϵ 'dan küçük olduğunda sonlandırılır[12].

$$u_{ij} = \frac{1}{\sum_{k=1}^C \left(\frac{\|x_i - c_i\|}{\|x_i - c_k\|} \right)^{2/(m-1)}} \quad (4)$$

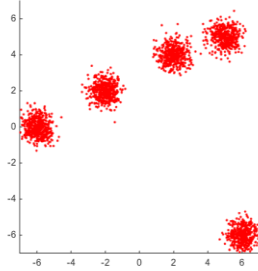
U üyelik matrisi kümeleme yapıldıktan sonra işlem sonucuna göre bulanık değerler içeren sonuçtur. Eğer kullanıcı isterse elde bulunan şartlara göre berraklaştırma yaparak bu U üyelik matrisinin sahip olduğu [0,1] aralığındaki üyelik değerlerini klasik küme de olduğu gibi 0 ve 1'lere dönüştürebilir.

III. VERİ KÜMELERİNİN OLUŞTURULMASI

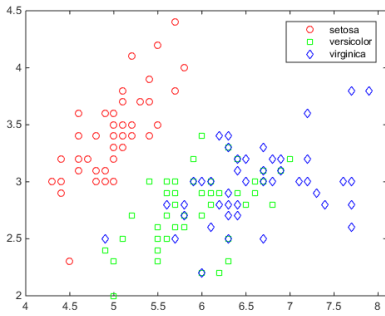
Deneyisel veri kümelerinin hazırlanması, kümeleme algoritmalarının çalıştırılması ve sonuçların grafikleştirilmesi için MATLAB yazılım geliştirme aracı kullanılmıştır.

Deneyisel veri kümeleri Gauss standart sapması kullanılarak elde edilmiştir. Şekil 1'de gösterilen veri kümesinde 5 ayrı nokta kümesi bulunmaktadır. Kullanılan veri setleri kendi tarafımızca Gauss standart sapması tarafından oluşturulmuştur. Şekil'de gösterildiği gibi veri setimizde 5 ayrı nokta kümesi bulunmaktadır. Altküme sayıları sırasıyla 50, 100, 250, 500, 750 ve 1000 tane nokta kümesinden

oluşan 5'li yuvarlak veri kümelerinden oluşmuştur. Şekil 1'de merkezleri farklı, standart sapmaları benzer olan ve her biri 500 örnek içeren 5 farklı küme gösterilmektedir. Şekil 2' de ise dağınık şekilli her biri 50 örnek içeren 3 farklı küme gösterilmektedir.



Şekil 1. Veri Kümesi (Merkezleri farklı ve standart sapmaları benzer veri setleri)



Şekil 2. Veri Kümesi (Dağınık şekilli üç küme)

Bulanık c-ortalama ve kmeans algoritması farklı küme büyüklüklerinde ($\eta_c = \{50, 100, 250, 500, 750, 1000\}$) benzer standart sapmalı 6'şar data setinin teker teker 6 ayrı k küme sayısında ($g = 2, \dots, 6$) çalıştırıldı. Aynı zamanda dağınık ($\eta_c = \{50\}$) 3'er data setinin teker teker 6 ayrı k küme sayısında ($g = 2, \dots, 6$) çalıştırıldı. Böylece hali hazırda var olan küme sayısının üstünde ve altında kalan kümelemelerin kümeleme performansını nasıl etkilediğini gözlemlenmesi amaçlanmaktadır.

III. KARŞILAŞTIRMA

Bu çalışmada kümeleme problemine çözüm olarak önerilen bulanık mantık tabanlı yöntemler ile istatistiksel yöntemlerin belirli kriterler (karışıklık, doğruluk ve zaman) kullanılarak kıyaslaması yapılmıştır.

Algoritma yeteneklerinin kıyaslanabilmesi için iki boyutlu uzayda farklı karakteristiklere sahip veri kümeleri oluşturulmuştur. Adaletli bir karşılaştırma yapabilmek için aynı veri kümesi farklı algoritmalara giriş olarak verilmiştir.

Yapılan çalışmalar neticesinde bulanık c-ortalama yönteminin kmeansdan daha hızlı olduğu gözlemlenmiştir. Veri sayısı ve küme sayısının artması çalışma süreleri arasındaki farkın üstsel artışı gözlemlendi.

IV. SONUÇLAR

Bu çalışmada, kümeleme yaparken oluşturduğumuz kümelerde standart sapmaların benzer olan yuvarlak şekilli küme ile dağınık şekilde bulunan üçlü kümeye sahip kümeler için FCM algoritmasının ve kmeans algoritmasının çalışma süresi, iterasyon sayıları ve amaç fonksiyona yakınlığı incelendi. Benzer standart sapmalı ve farklı standart sapmalı veri setleri karşılaştırıldığında FCM algoritmasının daha az iterasyonda ve istikrarlı bir şekilde çalıştığı gözlemlendi. Zaman performansı kontrol edildiğinde FCM algoritmasının her iki durumda da kmeans algoritmasına göre iterasyon sayısı fazla olmasına rağmen daha verimli çalıştığı gözlemlendi. Kümeleme sayısı arttıkça FCM algoritmasının amaç fonksiyonu daha iyi bir şekilde minimize ettiği gözlemlendi.

IV. REFERANSLAR

- [1] Jain, A. K., Murty, M. N., and Flynn, P. J., (1999), "Data Clustering: A Review", ACM Computing Surveys, 31, 3.
- [2] Bezdek, J.C. (1973). Fuzzy Mathematics in Pattern Classification, PhD Thesis, Cornell University, Ithaca, NY.
- [3] Bezdek, J.C (1981). Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms. Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA, USA (ISBN:0306406713).
- [4] Han J., Kamber M., 2001. Data Mining Concepts and Techniques, Morgan Kauffmann Publishers Inc.
- [5] Dunn, J.C. (1973). A Fuzzy Relative of the ISODATA Process and Its Use in Detecting Compact Well-Separated Clusters. J. Cybernetics, 3 (3): 32–57.
- [6] Bezdek, J.C. (1987). Partition structures: A tutorial. In: Bezdek, J.C. _Ed., The Analysis of Fuzzy Information. CRC Press, Boca Raton, FL USA.
- [7] Correa C., Valero C., Barreiro P., Diago M.P. & J. Tardáguila (2011). A Comparison of Fuzzy Clustering Algorithms Applied to Feature Extraction on Vineyard. In: "The Conference of the Spanish Association for Artificial Intelligence", 6-11 Nov 2011.
- [8] MacQueen, J. B., (1967), MacQueen, Some Methods for Classification and Analysis of Multivariate Observations, Proc. Symp. Math. Statist. and Probability (5th), 281– 297.
- [9] Pang-Ning Tan, P. N., Steinbach, M., and Kumar, V., (2006), Introduction to Data Mining, Addison Wesley
- [10] Xu, R., and Wunsch, II. D., (2005), "Survey of Clustering Algorithms", IEEE Transactions On Neural Networks, 16, 3.
- [11] Höppner, F., Klawonn, F., Kruse, R., and Runkler, T., (2000), Fuzzy Cluster Analysis, John Wiley&Sons, Chichester.
- [12] Moertini, V. S., (2002), "Introduction to Five Clustering Algorithms", Integral, 7, 2

1.Algoritmaların Farklı Varyanslı Kümeler İçin Uygulanması

Bulanık c-ortalamlar yönteminin burada da daha hızlı bir şekilde sonuca ulaştığı gözlemlenmektedir(Tablo 1). Veri setindeki sayı arttıkça sürenin de arttığı gözlemlenmiştir(Tablo 1).

Tablo 1.Bulanık c-ortalama ve kmeans çalışma süreleri(sn)

η_c	$k = 2$		$k = 3$		$k = 4$		$k = 5$		$k = 6$	
	Fcm	kmeans	fcm	kmeans	fcm	kmeans	fcm	kmeans	fcm	kmeans
50	1.0722	1.84872	1.066527	1.85456	1.071227	1.8857	1.0759	1.9201	1.0882	1.9228
100	1.0261	1.85811	1.079962	1.86362	1.081076	1.8739	1.0785	1.9007	1.1408	1.9431
250	1.107	1.85269	1.10845	1.86102	1.12059	1.9074	1.1224	1.9032	1.2823	1.9503
500	1.116	1.92309	1.14886	1.85664	1.17158	1.9218	1.1726	1.9327	1.5481	1.9642
750	1.1710	1.95106	1.23592	1.88024	1.25158	1.9378	1.2316	1.9384	1.5810	2.0442
1000	1.2143	1.95805	1.2316	1.90071	1.29339	2.0387	1.2739	2.0039	1.9201	2.1368

İterasyon sayısı bulanık c-ortalama ve k-means için ayrı ayrı incelendiğinde veri setindeki sayılar artsa bile ($\eta_c = \{50,100,250,500,750,1000\}$) daha sabit iterasyon sayısı ile çalıştığı gözlemlenmiş olup, optimal küme sayısına yaklaştıkça($k = 5$) iterasyon sayısının azaldığı fakat $k = 6$ olduğunda optimal küme sayısının üzerinde olduğunda iterasyon sayısının bir anda yükseldiği gözlemlenmiştir(Tablo 2). kmeans için de çok daha iyi iterasyon sayısında sonuç verdiği analizi yapılmıştır(Tablo 2).

Tablo 2. Bulanık c-ortalama ve kmeans iterasyon sayıları

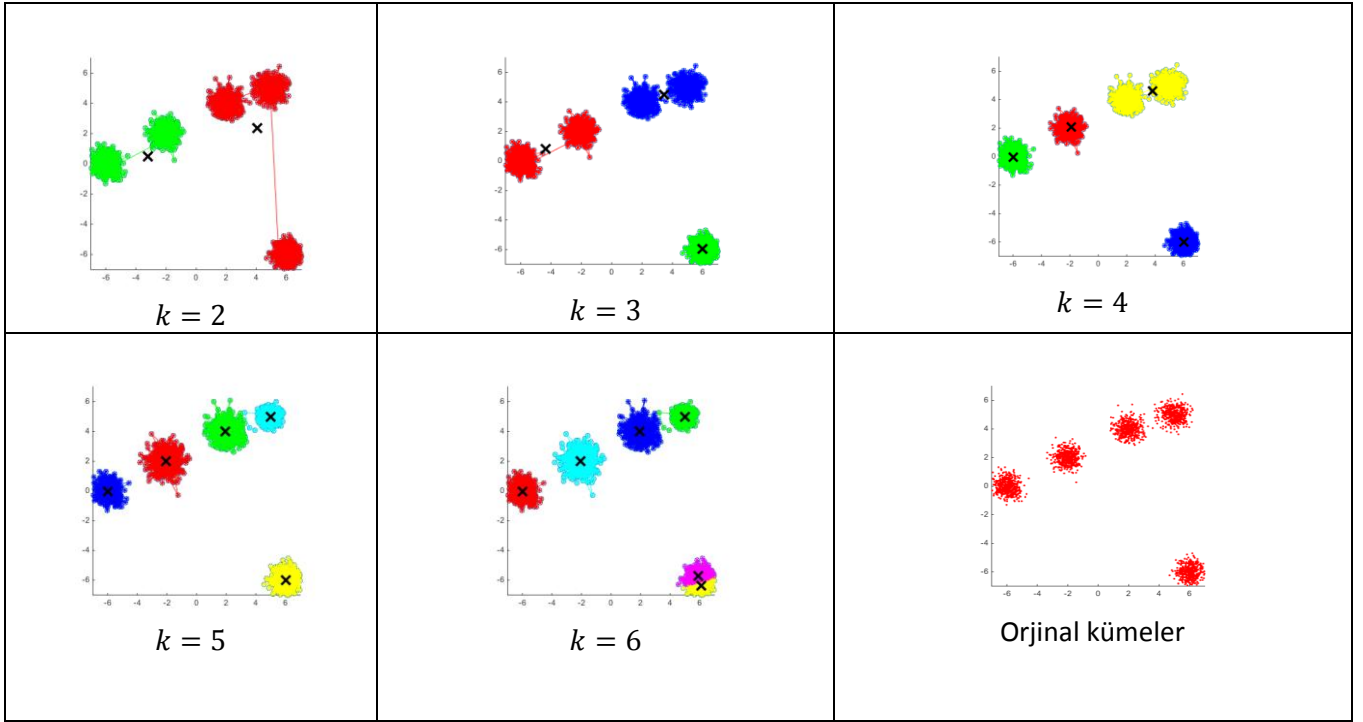
η_c	$k = 2$		$k = 3$		$k = 4$		$k = 5$		$k = 6$	
	Fcm	kmeans	fcm	kmeans	fcm	kmeans	fcm	kmeans	fcm	kmeans
50	23	3	18	6	17	6	13	3	21	3
100	26	5	18	4	16	4	13	3	39	8
250	26	4	21	6	20	3	16	2	48	8
500	26	4	21	5	20	3	16	2	52	10
750	26	2	22	7	22	3	18	3	53	14
1000	27	2	22	7	22	4	18	3	58	15

Bulanık c-ortalamlar ve –ortalamları en iyi şekilde karşılaştırmak için uzaklık referans alınmıştır. Veri setlerinin sayısı arttıkça uzaklık ölçümünün bulanık c-ortalama ve kmeans yöntemleri için arttığı gözlemlenmiştir. $k = 2$ ve $k = 3$ için kmeans yönteminin daha iyi çalıştığı gözlemlenmiş; $k = 4, k = 5$ ve $k = 6$ için bulanık c-ortalamlar yönteminin daha iyi çalıştığı gözlemlenmiştir. Kümeleme sayısı arttıkça bulanık c-ortalamanın daha iyi sonuç verdiği Tablo 3'te açıkça gözlenmiştir.

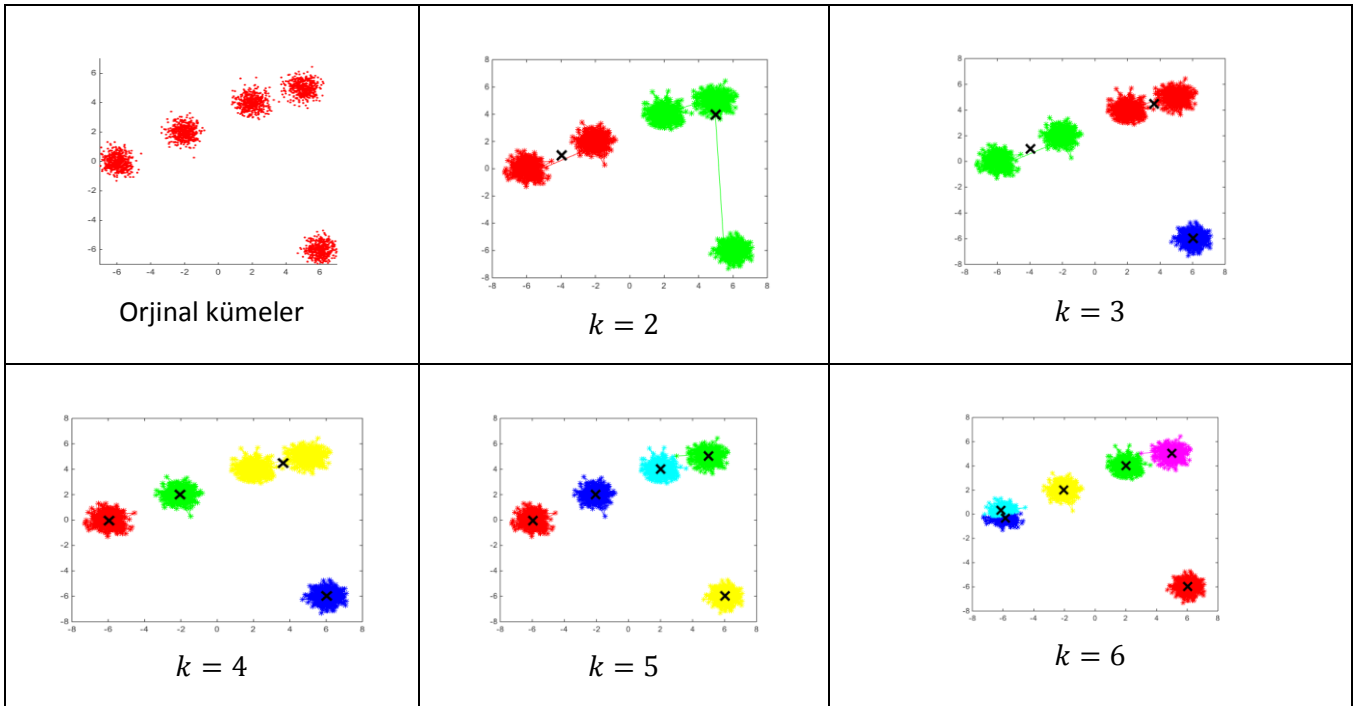
Tablo 3. Bulanık c-ortalama ve kmeans uzaklık ölçümü

η_c	$k = 2$		$k = 3$		$k = 4$		$k = 5$		$k = 6$	
	Fcm	kmeans	fcm	kmeans	fcm	kmeans	fcm	kmeans	fcm	kmeans
50	3624.1525	1094.62	741.8897	541.691	287.9181	310.837	92.0134	180.221	80.6173	170.053
100	7135.6456	2152.03	1468.9700	1069.5	600.8348	637.192	194.4023	373.331	167.5389	354.477
250	17946.0888	5441.1	3742.0811	2712.8	1498.9853	1593.05	479.7749	917.709	417.7441	871.635
500	35877.6698	10872.6	7414.7539	5383.45	2950.4670	3112.15	907.3157	1772.32	789.8038	1690.57
750	53852.8623	16275.8	11239.0175	8140.72	4433.7144	4697.01	1387.4844	2677.13	1217.2011	2557.49
1000	71337.6722	21627.8	0.2316	10772.3	5883.8994	6241.4	1855.9234	3571.43	1635.0761	3417.94

Benzer standart sapmalı veri setlerinde bulanık c-ortalama ve kmeans için bulunana kümeleme sonuçları Şekil 3 ve Şekil 4'd gösterilmiştir.



Şekil 3. 5'li veri setimizde her bir veri setinde $n = 500$ eleman için bulanık c-ortalamalar kümeleme sonuçları



Şekil 4. 5'li veri setimizde her bir veri setinde $n = 500$ eleman için kmeans kümeleme sonuçları

2. Algoritmaların Dağınık Veri Kümelerinde Kullanılması

Tablo 4. Bulanık c-ortalama ve kmeans zamanlamaları

η_c	$k = 2$		$k = 3$		$k = 4$		$k = 5$		$k = 6$	
	Fcm	kmeans	fcm	kmeans	fcm	kmeans	fcm	kmeans	fcm	kmeans
150	1.31598	2.0217	1.33394	2.0506	1.33753	2.86375	1.11501	2.1343	1.36319	2.1291

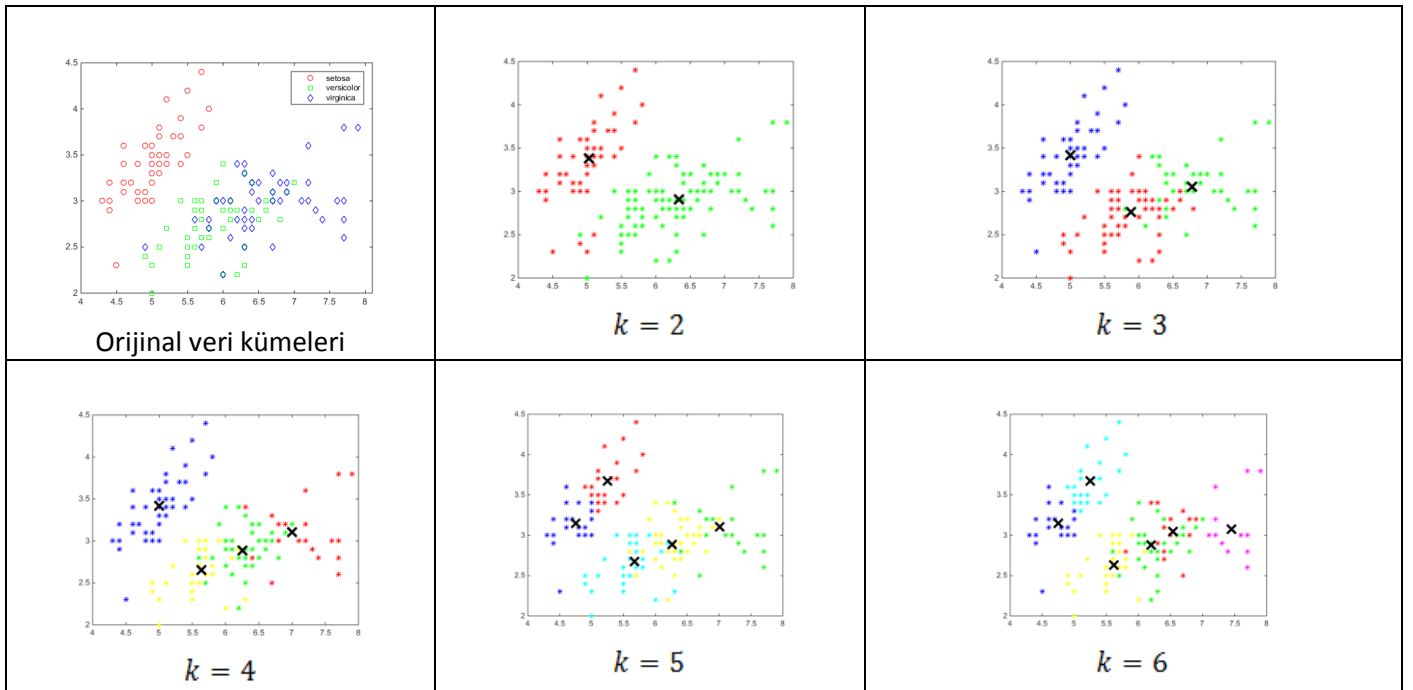
Tablo 5. Bulanık c-ortalama ve kmeans iterasyon sayıları

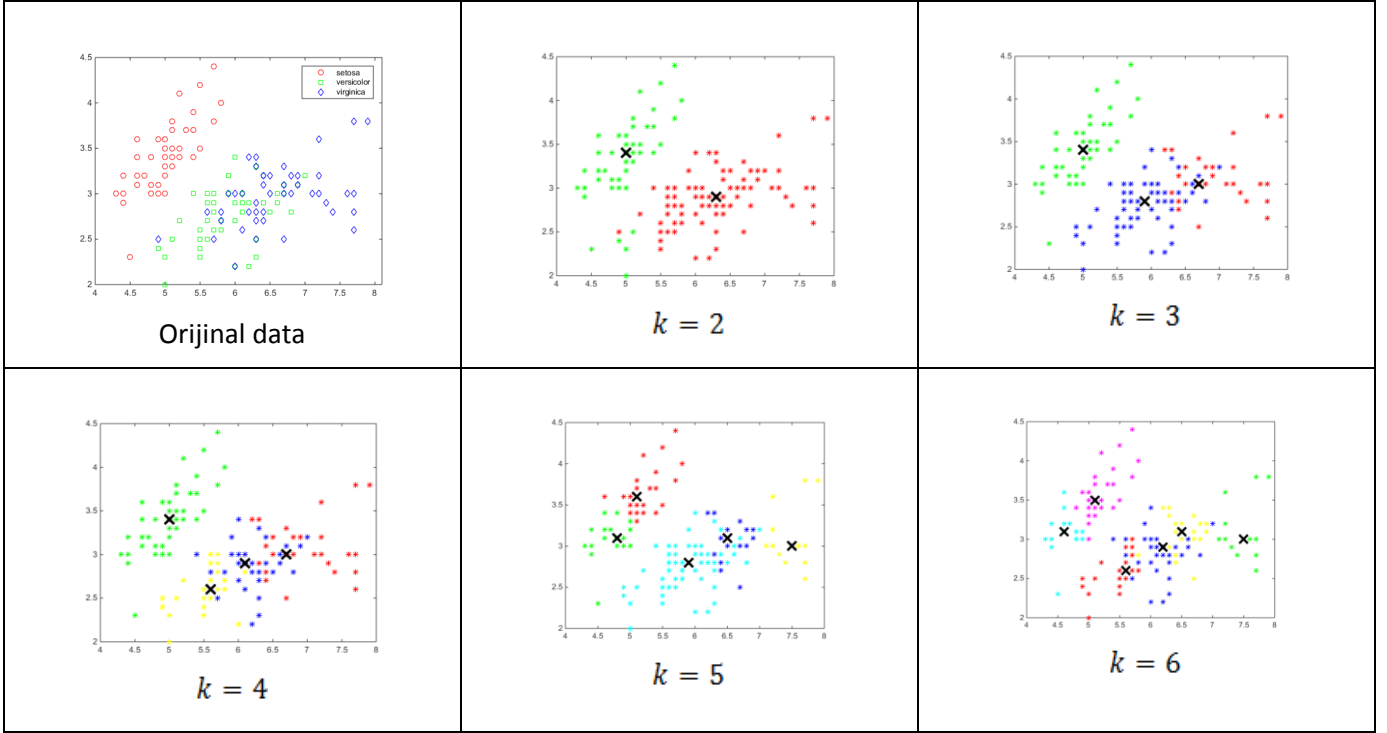
η_c	$k = 2$		$k = 3$		$k = 4$		$k = 5$		$k = 6$	
	Fcm	kmeans	fcm	kmeans	fcm	kmeans	fcm	kmeans	fcm	kmeans
150	8	5	22	7	25	8	30	10	31	10

Bulanık c-ortlamalar yönteminin kmeans yöntemine göre dağınık veri kümesinde de daha iyi kümelediği gözlemlendi (Tablo 6)

Tablo 6. Bulanık c-ortalama ve kmeans uzaklık ölçümü

η_c	$k = 2$		$k = 3$		$k = 4$		$k = 5$		$k = 6$	
	Fcm	kmeans	fcm	kmeans	Fcm	kmeans	fcm	kmeans	fcm	kmeans
150	128.8948	216.7	60.505717	163.4	41.614243	137.8	32.732811	124.7	24.727634	115.5

**Şekil 4.** 3 kümenin alt küme sayısı $n = 50$ olan veri setinde kümeleme sayısına göre bulanık c-ortalamalar kümeleme sonuçları



Şekil 4. 3 kümenin alt küme sayısı $n = 50$ olan veri setinde kümeleme sayısına göre kmeans kümeleme sonuçları

A Novel Image Steganography Approach Using Chinese Remainder Theorem and Least Significant Bit Substitution

Muhammet Baykara^{a,1}, Resul Daş^{a,2}, and Gurkan Tuna^{b,*}

^aDepartment of Software Engineering, Technology Faculty, Firat University, 23119, Elazığ, Turkey.

¹Tel: +90-424-2370000-4292, Fax: +90- 424-2367064, E-mail: mbaykara@firat.edu.tr

²Tel: +90-424-2370000-4305, Fax: +90- 424-2367064, E-mail: rdas@firat.edu.tr

^bDepartment of Computer Programming, Trakya University, 22020, Edirne, Turkey.

Tel: +90-284-2240283, Fax: +90-284-2240288, E-mail: gurkan@trakya.edu.tr

* Corresponding author. Tel: +90-284-2240283, Fax: +90-284-2240288, E-mail: gurkan@trakya.edu.tr

Abstract— Nowadays people prefer keeping information in digital forms. However they are concerned about the privacy, integrity and availability of digital information due to information security related risks. Moreover, security risks increase when information transfer is needed. To address information security risks, many software/hardware based systems and different security strategies have been developed.

One of the methods commonly used to protect the transfer of information between users is *steganography*. Steganography is used to embed information within images and consists of three main components, namely embedding algorithm, carrier file and hidden message. In this paper a novel approach which combines hiding and encryption concepts and consists of two main steps is proposed. Basically we add one more component, encryption algorithm, to the traditional steganography approach. In the first step, original message is encrypted using Chinese Remaining Theorem. Then the encrypted message is embedded in an image. This way the data is both encrypted fast and hidden in the image. Using the application developed in C# we show the implementation of the proposed approach.

Keywords—Steganography; Chinese Remainder Theorem; Least Significant Bit ; Security; Encoding; Cover Image

1. Introduction

Steganography can be described as the technique used to hide messages within images [1]. It consists of an embedding algorithm, a carrier file and a hidden message. It is an efficient and simple way of providing security to transferred messages. It has practical use in many fields, and hence steganography and steganographic techniques have been extensively researched in recent years by both the research community and developers.

When processed using steganographic techniques, the images are changed in such a way that only the senders and the intended recipients can detect the messages sent through them. Since they are invisible, detecting them is not easy. Most of the existing steganographic techniques rely on substituting redundant parts of a signal with a secret message

[1]. Thangadurai and Devi argue that encryption techniques are not sufficient for protecting sensitive information, and therefore must be used together with steganographic techniques [2]. In [2] they explain steganography and various techniques used in steganography in detail. Although steganographic techniques conceal information within different types of objects, steganalysis attacks can uncover information in suspicious files by inspecting changes at the pixel information level. In this regard, in [3] Guiterrez-Cardenas reviews existing steganographic techniques and proposes a new steganographic approach which uses an image file to conceal a message with unaltered pixel information. The proposed approach is based on a method derived from code obfuscation using random numbers and offers security against steganalysis attacks. Different from the existing steganographic techniques, Palanisamy and Rajagopal propose a novel steganographic framework to secure information transfer. In the proposed framework, a message is first encrypted using a symmetric encryption technique (DES, 3DES or AES), and the message is processed using a hash function and a hash value is generated. Then the encrypted message and the hash value are embedded in the image [4]. However, the main disadvantage of all substitution based steganographic methods is the weakness against cover modifications [1]. Therefore, recently, robust digital watermarking techniques have been proposed to address this disadvantage. Although they are commonly used for copyright protection, source tracing and annotation of photographs, invisible watermarking techniques can be used to add messages in a video or picture or audio [5].

Although steganography provides basic security to messages, in this paper we focus on providing more security to the messages instead of simply hiding them in images. To do this, an encryption algorithm is applied to the messages before hiding them. In this way, even if an intruder somehow notices that there is a hidden message in an image file, he cannot obtain the original message without decrypting it. In the first step of the proposed approach, a message is encrypted using Chinese Remaining Theorem (CRT). In the second step, using

Least Significant Bit (LSB) the encrypted message is hidden in an image. These steps are implemented in the application we developed using C#. The application's details are explained in Section 3.

The rest of the paper is organized as follows. In Section 2 CRT and LSB technique are reviewed and the details of the proposed approach is presented. Section 3 presents the application the proposed approach implemented in and a test case. Finally, the paper is concluded in Section 4.

2. Proposed Approach

The following subsections explain the theory and substitution technique used by the proposed approach and the details of the proposed approach along with the application developed in this study.

2.1 Chinese Remainder Theorem

CRT is extensively used for different purposes and in many fields including frequency analysis, cryptology, radar signal processing [6-8] and sensor networks [9]. It has been widely used in cryptographic applications as it simplifies some complex computations [10, 11]. In addition, some public key cryptography systems are based on it. Although it has many advantages including efficient use of memory and computational resources, its main advantage lies in the fact that it can hide the original data and hence provide secure transmission of data and signals.

The modern CRT can be stated as the following. Let $m_1, m_2, \dots, m_k$ be positive integers such that $(m_i, m_j) = 1$ if $i \neq j$. Let $a_1, a_2, \dots, a_k$ be any integers. Then the system of congruences

$$\begin{cases} x \equiv a_1 \pmod{m_1} \\ x \equiv a_2 \pmod{m_2} \\ \dots \\ x \equiv a_k \pmod{m_k} \end{cases} \quad (1)$$

has a common solution of x , and if x, y are two such solutions $x = y \pmod{m = m_1 m_2 \dots m_k}$ [12]. For more information on the CRT, refer to [10] and [12].

The basic advantage with using the CRT is that different from the binary method for modular exponentiation used in RSA encryption scheme [13], it allows splitting up the large modulo exponentiation into two much smaller exponentiations [14].

2.2 Least Significant Bit Substitution

Although steganographic methods are used to insert a message into a cover image so that it cannot be detected by unintended recipients [15, 16], they alone only provide basic security for information transfer since they do not encrypt the original message [17, 18]. If they are used with encryption techniques, more secure information transfer can be achieved.

LSB is one of the simplest steganographic techniques to hide information in an image [19, 20]. It embeds the information in the LSB of each pixel in the image [19, 21]. In addition to being simple, LSB is easy to implement and results in stego-images that contain embedded messages as hidden. The disadvantage of LSB is that it is not secure and vulnerable

to steganalysis attacks [1]. From security point of view, although LSB based techniques are vulnerable to frequency attacks, they are more robust to geometric attacks [5, 18].

Although LSB substitution minimizes image quality degradation, embedding using a high bit plane instead of the LSB plane of the image may degrade the image quality severely. Therefore, instead of using gray scale images (8-bit), color images represented by three bytes one for each color (Red, Green, Blue) are more suitable for hiding long messages composed of many data bits. For instance, the letter 'A' has an ASCII code of 65, 1000001 in binary. To store an 'A' in a 24-bit image, three consecutive pixels are needed:

If the three consecutive pixels before the insertion are:

```
11000000.10000100.01110101,
11110101.10110011.10010111,
10100111.11110011.01110011
```

After the insertion, their final values will be:

```
11000001.10000100.01110100,
11110100.10110010.10010110,
10100110.11110011.01110011
```

Using the LSB substitution, a relatively high payload can be embedded by carrying one bit of the secret message per byte of pixel data and this way embedding can be performed based on image size [22]. For larger messages, not to degrade the cover image quality much in order to prevent people from noticing the embedding process held on the image, larger cover images can be used. While there are some statistical techniques to determine whether an image has been subjected to the LSB substitution or not, the embedding process is generally seemingly undetectable [22]. The main disadvantage of the LSB is that it is extremely sensitive to filtering or manipulation of the stego-image. For instance, operations such as lossy compression, rotation, cropping, scaling and addition of noise can destroy the original message. Moreover, the hidden message can easily be removed by removing the entire LSB plane [23, 24].

2.3 Details of the Proposed Approach

The proposed approach is based on the combination of cryptography and steganography enhanced with new security feature to develop a novel and easy-to-use security tool. In the proposed tool, CRT is used to encrypt data and LSB is used to hide the data. Figure 1 illustrates the way the proposed approach is to be used and Figure 2 illustrates the steps of the proposed approach.

As a fundamental of number theory, the CRT is widely used to construct cryptographic primitive. Its implementation is easier than other approaches and can be used for various applications. In this study, instead of using all the combinations generated by the CRT, only the first four ones are used. This further improves the security of the proposed approach. The implementation of the CRT in the proposed approach is shown in Figure 3 and can be explained as the following.

Theorem: Let $n_1, n_2, n_3, \dots, n_n \in \mathbb{Z}^+$ and for $i \neq j$ $(n_i, n_j) = 1$. For any $r_1, r_2, r_3, \dots, r_n \in \mathbb{Z}^+$, let X be the number to be encrypted.

$$\begin{aligned} X &\equiv r_1 \pmod{n_1} \\ X &\equiv r_2 \pmod{n_2} \\ X &\equiv r_3 \pmod{n_3} \\ &\vdots \\ X &\equiv r_n \pmod{n_n} \\ X &= (r_1, r_2, r_3, n_1, n_2, n_3) \end{aligned}$$

Prove: Let $n_1, n_2, n_3, \dots, n_n \in \mathbb{Z}^+$ be relatively prime. To find X ,

$$\begin{aligned} N &= n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 \\ N_1 &= N/n_1 \\ N_2 &= N/n_2 \\ N_3 &= N/n_3 \\ N_1^{-1} &\equiv c_1 \pmod{n_1} \\ N_2^{-1} &\equiv c_2 \pmod{n_2} \\ N_3^{-1} &\equiv c_3 \pmod{n_3} \\ X &= \sum_{i=1}^n r_i \cdot c_i \cdot N_i \pmod{N} \end{aligned}$$

$$X = ((r_1 \cdot c_1 \cdot N_1) + (r_2 \cdot c_2 \cdot N_2) + (r_3 \cdot c_3 \cdot N_3)) \pmod{N}$$

A step by step example to illustrate how the CRT functions in the proposed approach is as follows:

Step_1 CRT(0, 4, 2; 5, 7, 9)

Step_2 $N = n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 = 5 \cdot 7 \cdot 9 = 315$

Step_3 $N_1 = N/n_1 = 315/5 = 7 \cdot 9 = 63$

$$N_2 = N/n_2 = 315/7 = 5 \cdot 9 = 45$$

$$N_3 = N/n_3 = 315/9 = 5 \cdot 7 = 35$$

Step_4 $N_1^{-1} \equiv c_1 \pmod{n_1} \rightarrow 63^{-1} \equiv 2 \pmod{5}$

$$N_2^{-1} \equiv c_2 \pmod{n_2} \rightarrow 45^{-1} \equiv 2 \pmod{7}$$

$$N_3^{-1} \equiv c_3 \pmod{n_3} \rightarrow 35^{-1} \equiv 2 \pmod{9}$$

Step_5 CRT = [(Data to be encrypted)((0.2.63) + (4.5.45) + (2.8.35))](mod 315)

Step_6 Data to be encrypted=200

In this study, for the embedding process, different from the traditional LSB, the last bits of Red and Green and the last two bits of Blue are used. This ensures that it is not easy to detect the changes on the cover image visually. As shown in Figure 1, if a user wants to transfer a specific message, then embeds this message into a cover image by using the LSB after encoding it with the CRT. In this way, even if someone notices that there is a hidden message in the image, he cannot obtain the original message. When the recipient receives the image, using the proposed tool he retrieves the original message. The proposed approach provides the security required for the information transfer.

Figure 1. Illustration of the proposed approach

Figure 2. Main steps of the proposed approach

Figure 3. Flowchart of the Implementation of the CRT

2.4 Discussion on the Cover Image Quality

In the literature there are several methods used to measure the level of image degradation. Two commonly used measures are Mean Squared Error (MSE) and Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) [25]. In this study, MSE enables to compare the pixel values of the original cover image to the altered/degraded one. The MSE represents the average of the squares of the errors between the original and the altered image, the image in which a message has been embedded. Here, the error is the amount by which the values of the original cover image differ from the altered one. After the embedding process, higher PSNR values mean that the altered image has been reconstructed to match the original cover image. The main purpose is to minimize the MSE between images with respect the maximum signal value of the image.

$$MSE = \frac{\sum_{m,n} [I_1(m,n) - I_2(m,n)]^2}{M * N} \quad (2)$$

$$PSNR = 10 \log_{10} \left(\frac{R^2}{MSE} \right) \quad (3)$$

where I_1 represents the matrix data of the original cover image, I_2 represents the matrix data of the altered image, M represents the numbers of rows of pixels of the images, m represents the index of that row, N represents the number of columns of pixels of the image, n represents the index of that column, and R is the maximum signal value that exists in the original cover image

To evaluate the proposed approach's effect on the image quality, using MATLAB [26], a set of performance evaluations with the original and altered cover images was carried out. Figure 4 shows the results of the performance evaluations in which a dataset of 3 KB was embedded in the 320x240 images after being processed with the CRT. Based on the obtained MSE and PSNR values we can conclude that the proposed approach does not degrade the quality of cover images.

Figure 4. Sample images to illustrate the effects of the proposed approach on image quality

3. Developed Tool

StegaKripto, the tool developed in this study, is shown in Figure 5. When a message is entered into the GUI's left text box and a cover image is selected, if the button labeled "Hiding" is clicked, the message is encoded by using the CRT and then embedded into the image by using the LSB. If an image containing a hidden message is selected and the button labeled "Retrieving" is clicked, then the hidden message is read and written into the GUI's right text box. Figure 6 illustrates how the tool is used to hide a message in an image

after the encoding process using the CRT and how the hidden message is obtained after the decoding process. As shown in Figure 7 and Figure 8, there is no visible difference between the original image and the image in which the encoded message has been embedded. Figure 9 shows the flowchart of the proposed encoding process and Figure 10 shows the flowchart of the proposed decoding process.

Figure 5. StegaKripto

Figure 6. An example of encoding and decoding processes

Figure 7. Original image

Figure 8. Altered image after the embedding process

Figure 9. Encoding process

Figure 10. Decoding process

4. Conclusion

Due to the increase in security related concerns, different approaches for information security have been proposed. Being one of those approaches, steganography is typically used to provide security for information transfer between users and can be implemented easily and efficiently. Different from its typical use, in this paper a novel steganography approach was presented. The proposed approach combines hiding and encryption concepts offered by LSB and CRT and hence can be used for various applications which both require hiding and encryption features. Using the application developed in C# we showed the implementation of the proposed approach. After final improvements, the application will be made freely available to the research community.

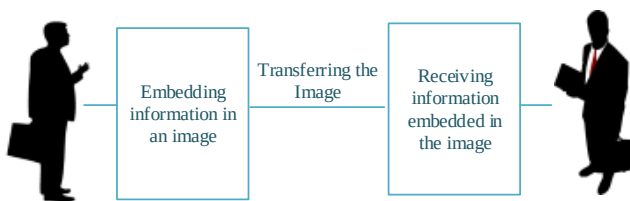


Figure 1. Illustration of the proposed approach

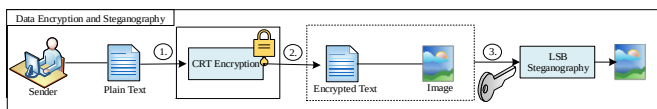


Figure 2. Main steps of the proposed approach

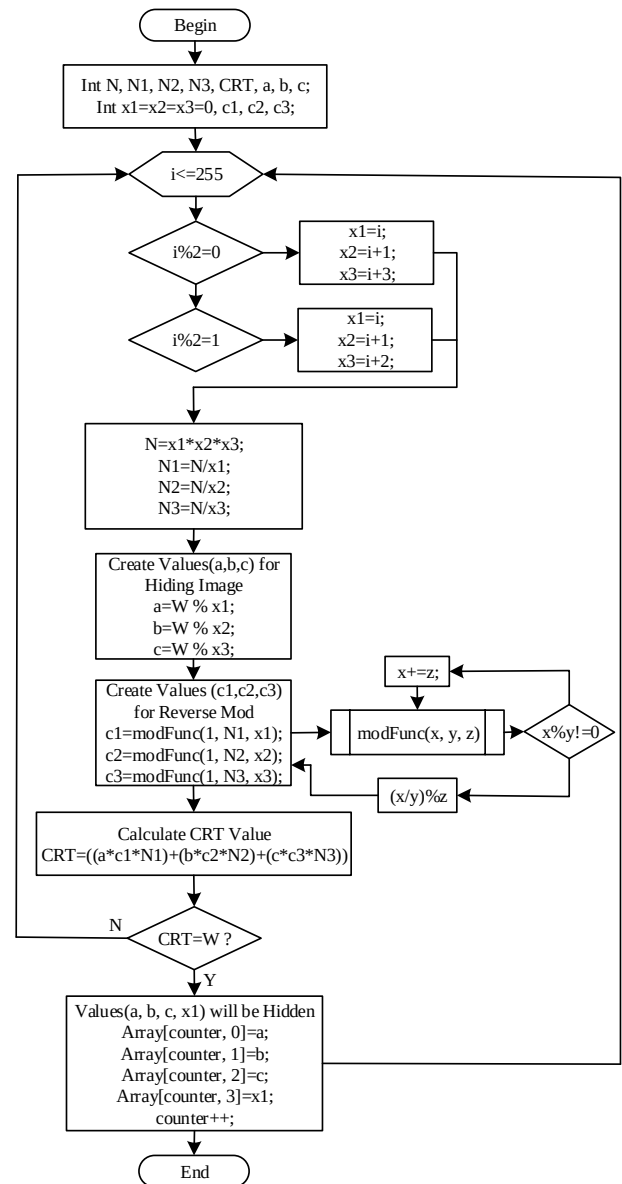


Figure 3. Flowchart of the Implementation of the CRT

tiger.bmp	flower.bmp	plane.bmp
		
MSE= 0.1342 PSNR=78.3066	MSE=0.1567 PSNR= 77.8451	MSE= 0.1442 PSNR=78.0056

Figure 4. Sample images to illustrate the effects of the proposed approach on image quality

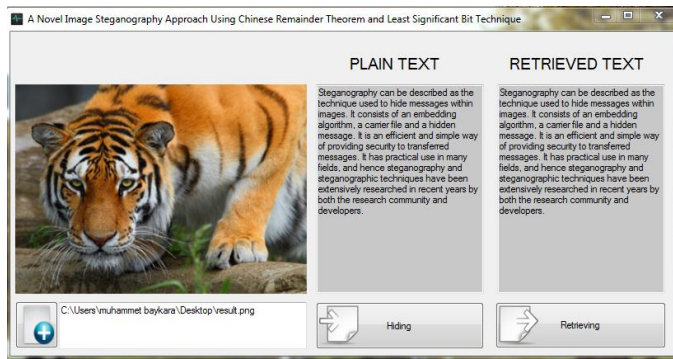


Figure 5. StegaKripto

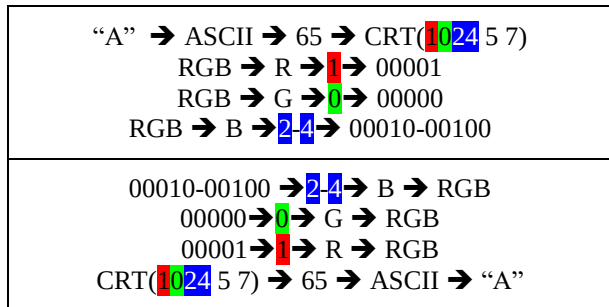


Figure 6. An example of encoding and decoding processes



Figure 7. Original image



Figure 8. Altered image after the embedding process

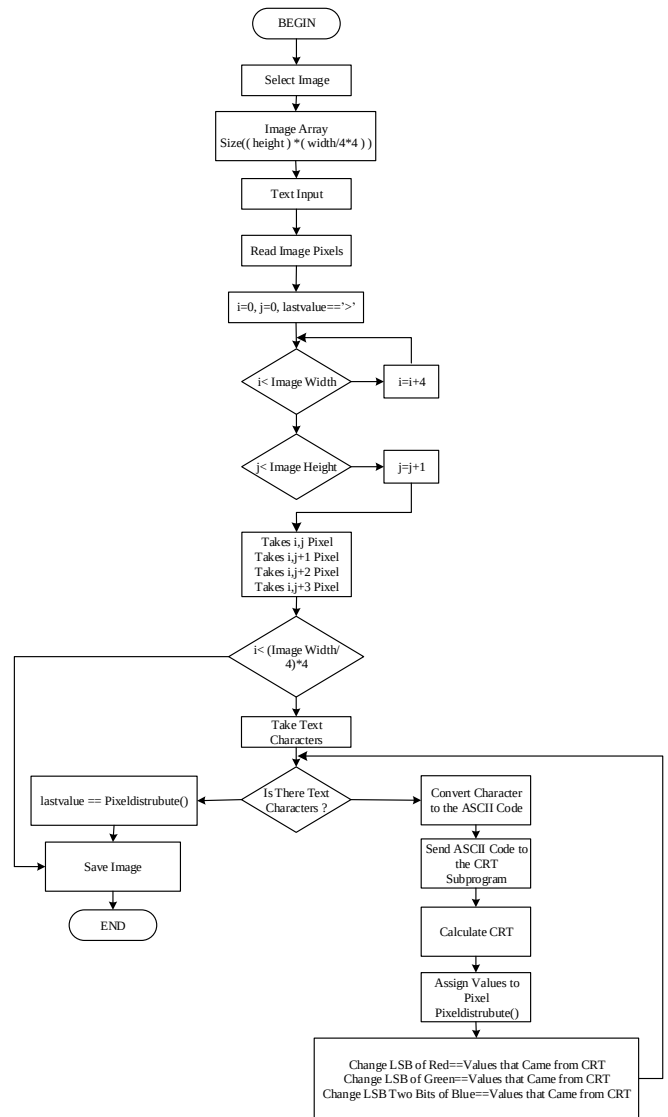


Figure 9. Encoding process

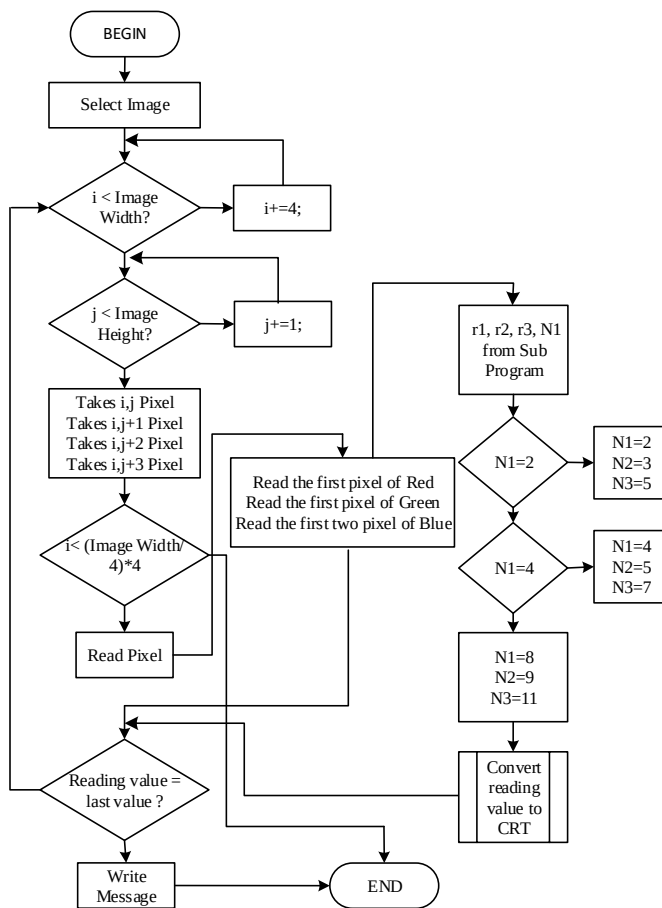


Figure 10. Decoding process

References

- [1] *Information Hiding Techniques for Steganography and Digital Watermarking* (1st ed.). Stefan Katzenbeisser and Fabien A. Petitcolas (Eds.). Artech House, Inc., Norwood, MA, USA, 2000.
- [2] K. Thangadurai and G. Sudha Devi, "An Analysis Of LSB Based Image Steganography Techniques," *IEEE Computer Communication and Informatics (ICCCI)*, 3-5 January 2014, Coimbatore, INDIA, pp.1-4.
- [3] J. M. Gutierrez-Cardenas, "Secret Key Steganography with Message Obfuscation by Pseudo-Random Number Generators," 38th International Computer Software and Applications Conference Workshops (COMPSACW), 21-25 July 2014, Vasteras, SWEDEN, pp. 164-168.
- [4] P. Palanisamy and M. K. Rajagopal, "A Steganography Framework For Easy Secret Sharing Through Images," *IEEE, Second International Image Information Processing (ICIIP)*, 9-11 December 2011, Shimla, INDIA, 309-312.
- [5] Ingemar Cox, Matthew Miller, Jeffrey Bloom, Jessica Fridrich, and Ton Kalker. 2007. *Digital Watermarking and Steganography* (2nd ed.). Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA.
- [6] G. Wang, X.-G. Xia, V. C. Chen, and R. L. Fiedler, "Detection, location, and imaging of fast moving targets using multifrequency antenna array SAR," *IEEE Trans. Aerosp. Electron. Syst.*, vol. 40, no. 1, pp. 345-355, Jan. 2004.
- [7] G. Li, J. Xu, Y.-N. Peng, and X.-G. Xia, "Moving target location and imaging using dual-speed velocity SAR," *IET Radar Sonar Navig.*, vol. 1, no. 2, pp. 158-163, 2007.
- [8] M. Ruegg, E. Meier, and D. Nuesch, "Capabilities of dual-frequency millimeter wave SAR with monopulse processing for ground moving target indication," *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, vol. 45, no. 3, pp. 539-553, Mar. 2007.
- [9] X.-G. Xia and K. Liu, "A generalized Chinese remainder theorem for residue sets with errors and its application in frequency determination from multiple sensors with low sampling rates," *IEEE Signal Process. Lett.*, vol. 12, pp. 768-771, Nov. 2005.
- [10] J. Xue-juan, the origin and the solution of the "Chinese remainder theorem," *Journal of jiujiang University(natural sciences)*, no.3, pp.102-10, 2004.
- [11] Johann GroBschadl, "The Chinese Remainder Theorem and its Application in a High-Speed RSA Crypto Chip," 16th Annual Computer Security Applications Conference, December 11-15, 2000, New Orleans, Louisiana, pp. 384-393.
- [12] *Spatial Synthesis: Centrality and Hierarchy. Volume I, Book 1.* Sandra Lach Arlinghaus and William Charles Arlinghaus. Institute of Mathematical Geography, Ann Arbor, 2005
- [13] Alan Daly and William Marnane, "Efficient architectures for implementing montgomery modular multiplication and RSA modular exponentiation on reconfigurable logic," *Proceedings of the 2002 ACM/SIGDA tenth international symposium on Field-programmable gate arrays*, 2002, pp. 40-49.
- [14] Daniel J. Bernstein and Jonathan P. Sorenson, "MODULAR EXPONENTIATION VIA THE EXPLICIT CHINESE REMAINDER THEOREM," *MATHEMATICS OF COMPUTATION*, vol. 76, no. 257, pp. 443-454, 2007.
- [15] Zoran Duric, Michael Jacobs, and Sushil Jajodia, *Information Hiding: Steganography and Steganalysis*, in *Handbook of Statistics*, vol. 24, pp. 171-187, 2005.
- [16] İ. Karadogan and R. Daş, "An Examination on Information Hiding Tools for Steganography," *International Journal of Information Security Science (IJISS)*, vol. 3, no. 3, pp. 200-208, 2014.
- [17] M. Baykara and R. Daş, "A Steganography Application for Secure Data Communication," 10th International Conference on Electronics, Computer and Computation (ICECCO 2013), Turgut Özal University, 7-9 November 2013, Ankara, pp. 309-313.
- [18] N. F. Johnson, Z. Duric Z., and S. Jajodia. *Information Hiding: Steganography and Watermarking - Attacks and Countermeasures*, Boston, 2001.
- [19] Punam Bedi, Roli Bansal, and Priti Sehgal, "Using PSO in Image Hiding Scheme Based on LSB Substitution," *Communications in Computer and Information Science*, vol. 192, pp. 259-268, 2011.
- [20] Punam Bedi, Roli Bansal, and Priti Sehgal, "Using PSO in a spatial domain based image hiding scheme with distortion tolerance," *Comput. Electr. Eng.*, vol. 39, no. 2, pp. 640-654, 2013. DOI: 10.1016/j.compeleceng.2012.12.021
- [21] S. Atawneh, "A New Algorithm For Hiding Gray Images Using Blocks," *Proc. 2nd Information and Communication Technologies (ICTTA '06)*, 24-28 April 2006, Damascus, SYRIA, pp. 1484-1488.
- [22] R. Chandramouli and N. Memon, "Analysis of LSB based image steganography techniques," *Proceedings of 2001 International Conference on Image Processing*, vol. 3, pp. 1019-1022, 2001.
- [23] Abbas Cheddad, Joan Condell, Kevin Curran, and Paul Mc Kevitt, "Digital Image Steganography: Survey and Analysis of Current Methods," *Signal Processing*, vol. 90, no. 3, pp. 727-752, 2010.
- [24] E.T. Lin and E.J. Delp, "A review of data hiding in digital images," *Proceedings of the Image Processing, Image Quality, Image Capture Systems Conference, PICS'99*, the Society for Imaging Science and Technology, 1999, pp. 274-278.
- [25] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods. *Digital Image Processing*. Addison-Wesley, New York, 1992.
- [26] MATLAB – The Language of Technical Computing. <http://www.mathworks.com/products/matlab/>

EKG'den Türetilen Solunum İşaretleri ile Obstruktif Uyku Apne Sendromunun Otomatik Tanısı**Automated Recognition of Obstructive Sleep Apnoea Syndrome From ECG-Derived Respiration Signals***Abdulnasır Yıldız¹, Mustafa Poyraz², Mehmet Akın¹*¹Dicle Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, 21280 Diyarbakır
abnayil@dicle.edu.tr makin@dicle.edu.tr²Fırat Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, 23119 Elazığ
mpoyraz@firat.edu.tr

Özet: Obstruktif uyku apne sendromu (OUAS) oldukça sık rastlanan bir uyku bozukluğudur. Klasik teknikler ile tanısı çok zaman alıcı ve maliyetlidir. Klinik tanı ve tedavi için OUAS'ın sadece elektrokardiyogram (EKG) kayıtlarını kullanarak bir örüntü tanıma sistemi tarafından saptanması büyük önem arz edecektir. Bu amaçla mevcut çalışmada gece boyunca elde edilen EKG kayıtlarından obstruktif uyku apne (OUA) hastalarını otomatik olarak saptayan bir sistem sunulmuştur. Çalışmada 40'ı OUAS'lı 20'si normal olmak üzere toplam 60 EKG kaydı kullanılmıştır. Kayıtların ortalama süresi 8 saattir. Önerilen örüntü tanıma sistemi 3 temel saftan oluşur; birinci saftada, ayırık dalgacık dönüşümü (ADD) tabanlı bir algoritma kullanılarak EKG kayıtları analiz edilerek solunum işaretleri türetilmiştir. İkinci saftada, ADD, güç spectral yoğunluk kestirimi yöntemi Welch ve entropi kullanılarak, EKG'den türetilen solunum (ETS) işaretlerinin özellik vektörleri belirlenmiştir. Üçüncü saftada, bir destek vektör makine (DVM) sınıflandırıcısı kullanılarak, elde edilen özellik vektörlerinden OUA'lı EKG kayıtları normal EKG ayıtlarından ayırt edilmiştir. Önerilen sistemin doğruluk performansının değerlendirilmesinde 5 katlı çapraz doğrulama yöntemi kullanılmıştır. Sistemim toplam sınıflandırma doğruluğu %93,3 olarak gerçekleşmiştir. Bu sonuç, önerilen sistemin şüpheli OUA'lı hastaların ilk değerlendirilme aşamasında, hekimlere fikir verilebileceğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: EKG'den türetilen solunum işareti, Ayırık dalgacık dönüşümü, Güç spectral yoğunluk, Destek vektör makine

Abstract

Obstructive sleep apnoea (OSA) is one of the most prevalent sleep disorder. The traditional diagnosis methods of the disorder has several disadvantages due to its complexness and cost. The ability to automatically identify OSA from electrocardiogram (ECG) recordings is important for clinical diagnosis and treatment. In this study, we presented a pattern recognition system for automated recognition of patients with obstructive sleep apnoea from nocturnal ECG recordings. Presented system consists of three main sub-systems: (1) An

algorithm based on discrete wavelet transform (DWT) that obtains ECG-derived respiration (EDR) signal from ECG recordings, (2) a feature extractor based on DWT, wavelet-entropy and Welch's power spectral density that generates a feature vector from EDR signal, and (3) a classifier (LS-SVM) that separates normal ECG recordings from ECG recordings with OSA. 60 ECG recordings collected from normal subjects and subjects with sleep apnoea were used throughout the study. Using cross validation method, the accuracy of developed system was found 93.3%. According to the accuracy performance of our recognition system, we think that the presented system can be used for the initial assessment of patients with suspected OSA.

Keywords: Obstructive sleep apnoea, ECG-derived respiration, Discrete wavelet transform, Power spectral density, Support vector machine

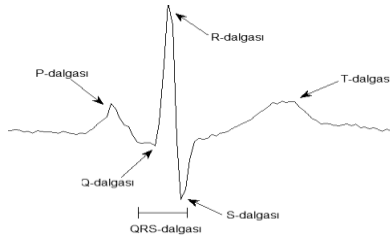
1. Giriş

OUAS yaygın bir uyku bozukluğu olup uyku esnasında görülen solunum kesilmeleri ile karakterize edilir. OUAS'ın toplum içerisindeki yaygınlığının kadınlarda %2, erkeklerde %4 oranında olduğu tahmin edilmektedir [1]. OUAS'lı kişilerde, gece uykusu süresince tekrarlayan solunum kesilmeleri sebebiyle yeterli bir uyku gerçekleşemez ve bu yetersizliği telef edebilmek için gündüz aşırı uyuklama hali görülür. Gündüz aşırı uyuklama halinin fiziksel ve bilişsel performansı düşürdüğü, hafıza kaybına yol açtığı ve bunlarla ilişkili gündelik yaşam içerisindeki iş ve trafik kazalarının risk artışına sebebiyet verdiği görülmüştür [2]. Bununla birlikte OUAS'ın, çeşitli kalp-damar hastalığının oluşmasında önemli bir risk faktörü olduğu bilinmektedir [3]. Bu hastalığın, gerek gündelik yaşamda ve gerekse insane sağlığı üzerinde sebep olduğu olumsuzluklar düşünüldüğünde erken tanı ve tedavisinin büyük önem taşıdığı görülebilmektedir.

Klinik olarak OUAS'ın tanısında kullanılan altın standart teknik Polisomnografi'dir. Hastanelerin uyku laboratuvarlarında kullanılan bu teknik ile OUAS şüpheli kişiden gece boyunca alınan çeşitli kayıtlar uzman kişilerce değerlendirilerek tanı

konulmaktadır. Ancak bu teknik için gerekli olan uyku laboratuvarının kurulumu yüksek maliyet gerektiren bir iştir. Bu nedenle gerek ülkemizde ve gerekse diğer dünya ülkelerinde yeterli sayıda uyku laboratuvarı kurulamamaktadır. Bu gerçek ve OUAS'ın toplum içerisindeki yaygınlığı göz önüne alındığında çoğu OUAS'lı hasta için tanı hastalığının ilerleyen aşamasında olmaktadır [3]. Bu durum mevcut tanı tekiğine alternatif, ev ortamında uygulamaya imkan sağlayabilecek ve daha az maliyetli bir otomatik tanı yöntemine gereksinim duyulduğunu göstermektedir. Bu çalışmamızda amaçlanan böyle bir alternatif yöntemin gerçekleştirilebilir olduğunu göstermektir. Önerilen yöntem kişinin evde de kullanabileceği bir cihazdan elde edilebilen EKG kayıtlarını işleyen bir otomatik örüntü tanıma sistemidir.

EKG, vücut yüzeyinden elektokardiyogram adlı cihazlar kullanarak elde edilebilen ve kalbin elektriksel aktivitesi sonucu olarak ortaya çıkan biyolojik işaretlerdir. Normal bir EKG işareti Şekil 1'de gösterildiği gibi tekrarlayan P,QRS,ve T olarak adlandırılan dalgaların birleşiminden oluşmaktadır. Daha önceki çalışmalar OUAS'ın EKG dalgaları üzerinde değişim oluşturduğunu göstermiştir. Bu değişim, soluk alıp verme esnasında göğse bağlı elektrodun kalbe göre hareket etmesinden ve akciğerlere hava dolup boşalırken göğüs boşluğundaki empedans değişiminden kaynaklanmaktadır [4,5]. Solunum kaynaklı bu değişim solunum işareti ile aynı frekansta EKG'nin zarfıymış gibi ortaya çıkar. Çalışmamızda bu değişimi elde edebilmek için EKG'nin karakteristik dalgası olan QRS'in altındaki alan hesaplamasından yararlanmıştır. Bu şekilde EKG'dan elde edilen bu değişim EKG'dan türetilen solunum (ETS) işareti olarak adlandırılmıştır.



Şekil 1: EKG işareti [7,8]

ETS işaretinin EKG kayıtlarından elde edebilmek için tekrarlayan QRS dalgasının konumunu belirlemek gerekir. Ancak EKG'nin çeşitli gürültüler barındırıyor olması, QRS dalgasının fizyolojik değişkenlik göstermesi ve bunlarla birlikte P ve T dalgalarının yüksek genliği gibi nedenler QRS dalgasının tespitini zorlaştırmaktadır. Literatürde QRS dalgasının tespitine yönelik çok farklı yöntemler ileri sürülmüştür [6]. Bu çalışmada QRS dalgasının tespiti için ADD tabanlı bir yöntem önerilmiştir [7, 8]. ETS işaretini önerilen yöntem ile tespiti bu çalışmanın ön işleme aşamasını oluşturur.

Bu çalışmanın bir sonraki aşamasını özellik çıkarım aşaması oluşturur. Bu aşamada amaç elde edilen ETS işaretlerini çok

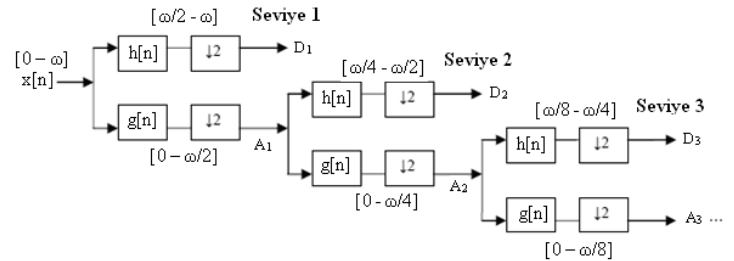
daha düşük boyutlu bir veri vektörü ile karakterize etmektir. Çünkü elde edilen ETS durağan olmayan yüksek boyutlu bir işarettir. İşareti daha durağan hale getirebilmek için işarete ADD uygulanarak alt band bileşenlerine ayrıştırılmıştır. Bu şekilde daha durağan hale gelen işaretin frekans bilgisini elde edebilmek için Welch yöntemi kullanılarak her alt bandın güç spectral yoğunluk (GSY) kestirimi gerçekleştirilmiştir. Son olarak ETS işaretini çok daha düşük boyutlu bir özellik vektörü ile temsil etmek için her alt banda ait GSY'nin entropisi hesaplanmıştır.

Çalışmanın son aşamasını sınıflandırma/tanı aşaması oluşturur. Bu aşamada ETS işaretlerinden elde edilen özellik vektörlerinin değerlendirip EKG kayıtlarının normal veya hastalıklı kişiye ait olduğunun tespit edildiği aşamadır. Bu aşamada bir DVM olan en küçük kareler destek vektör makinesi (EKK-DVM) kullanılmıştır.

Çalışmada 40'ı OUAS hastası, 20'si normal olmak üzere toplam 60 EKG kaydı kullanılmıştır. kayıtların ortalama süresi 8 saattir. Kayıtların örnekleme frekansı 100 Hz'dir. Kayıtlar "physionet apnoea-ECG database" adlı veri bankasından temin edilmiştir. (www.physionet.org).

2. Ayrık dalgacık dönüşümü (ADD)

İşaret analiz yaklaşımlarının temel amacı, uygun bir matematiksel dönüşüm uyguladıktan sonra işaret ile ilişkili daha belirgin özellikleri elde etmektir. Bu amaç için kullanılan ve en çok bilinen işaret analiz yaklaşımı, Fourier dönüşümüdür. Fourier dönüşümü ile işaretin frekans içeriği bilgisi elde edilir. Ancak, bu dönüşüm sırasında işaretin zaman zaman bilgisi kaybolur. Yani, işaret içerisindeki frekansların hangi zaman aralığında var olduğu kestirilemez. Bu durum, durağan işaretler için önemli olmamakla birlikte, EEG ve EKG gibi zaman içerisinde değişim gösterebilen durağan olmayan işaretler açısından problem teşkil etmektedir. ADD bu problemi aşmak için geliştirilen bir spektral analiz yöntemidir. Bu yöntem ile işaret çoklu çözünürlük olarak adlandırılan bir işlem yardımıyla belli sayıda alt bantlarına ayrıştırılır. Bu işlem $x(n)$ işareti için Şekil 2'de gösterilmiştir. Burada ilk yüksek geçiren filtreye ($g[\cdot]$) ve alçak geçiren filtreye ($h[\cdot]$) ait olan örneklenmiş çıkışlar sırasıyla detay D1 ve yaklaşık A1 alt bantlarını oluşturur. Bu işlem Şekil 2'de gösterildiği gibi devam eder [9,10,11].



Şekil 2: Bir işaretin ADD ile alt bantlarına ayrıştırılması

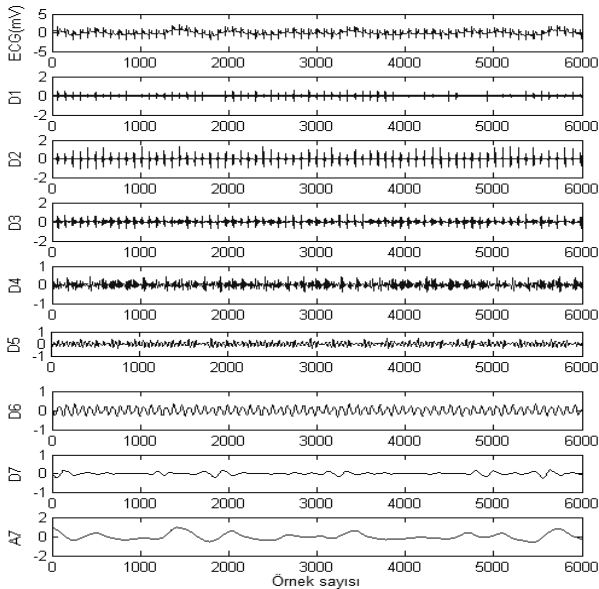
3. Destek vector makinesi (DVM)

DVM, sınıflandırma ve doğrusal olmayan fonksiyon yaklaşımı problemlerinin çözümü için, ilk olarak Vapnik tarafından ortaya atılan ve sonradan diğer bilim adamlarınca da geliştirilen oldukça yeni bir yöntemdir [12]. DVM istatistiksel öğrenme teorisi çatısı altında geliştirilir ve örüntü tanıma, fonksiyon tahmini, zaman serileri tahmini, mühendislik ile biyoloji gibi birçok alana başarıyla uygulanmaktadır. DVM başlıca üç bileşenden oluşmaktadır. Bunlar; istatistiksel öğrenme teorisi, optimizasyon algoritması ve çekirdek fonksiyonlarıdır. DVM yapısal olarak, düşük boyutlu bir giriş uzayından alınan veri örneklerini, yüksek boyutlu bir diğer uzaya doğrusal olmayan bir biçimde taşıyan bir dönüşümdür. Dönüşümü gerçekleyen makine, sistem ya da ağ, dönüşümü belirleyen bir çekirdek ile tanımlanır. Sınıflama problemlerinde, yeteri kadar yüksek boyutlu uzaya taşınan veriler doğrusal ayrıştırılabilir duruma gelir.

Bu çalışmamızda standart DVM sınıflandırıcısının modifiye edilmiş bir versiyonu olan en küçük kareler destek vektör makinesi (EKK-DVM) kullanılmıştır [13].

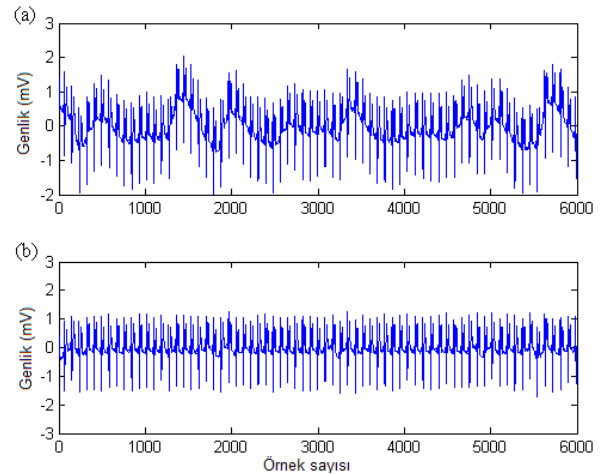
4.1. Ön İşlem:ADD ile EKG kayıtlarının analizi

Bu çalışmada, EKG kayıtlarının ADD ile analizinde EKG işaretleri içerisindeki QRS dalgasına benzerliği nedeniyle Daubechies 6 dalgacığı tipi kullanılmıştır. EKG işaretlerinin ayrışım seviyelerinin sayısı ise 7 olarak saptanmıştır. Böylelikle, EKG işareti D1-D7 detay ve A7 yaklaşık alt bantlarına ayrıştırılmıştır. Bu ayrıştırma biçimi, her biri ortalama 8 saatten oluşan 60 EKG işaret kaydına dakika dakika uygulanmıştır. Şekil 3'de örnek bir EKG kaydının bir dakikalık kısmının 7. seviyeden db6 ADD ayrıştırması görülmektedir.



Şekil 3: EKG işareti ve ADD ile belirlenen alt bantları [7,8]

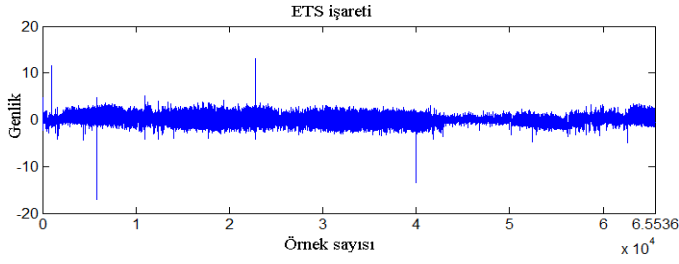
Şekil 3'deki EKG işareti ve bu işaretin ADD ayrışımı ile elde edilen alt bantları karşılaştırıldığında, EKG'nin QRS dalgalarına ait enerjinin büyük oranda D2 detay alt bandında yoğunlaşmış olduğu, D2 detay alt bandında QRS dalgalarının R tepelerinin oldukça belirgin olduğu ve ayrıca D2 detay alt bandının P ve T dalgalarından büyük oranda izole olduğu açıkça görülmektedir. Bu özelliklerinden dolayı D2 detay alt bandı işareti QRS dalgalarının R tepe konumlarının tespitinde referans işaret olarak seçilmiştir. D2 detay alt bandının yanı sıra dikkat çeken diğer alt bant ise A7 yaklaşık bandıdır. A7 yaklaşık alt bandı orijinal EKG işareti ile karşılaştırıldığında bu alt bandın orijinal EKG işaretinin taban hattı sapmasına neden olan bileşene karşılık geldiği görülecektir. Literatürde "baseline wander" olarak ifade edilen ve frekans aralığı 0-0.5 Hz aralığında değişebilen EKG işaretlerinin taban hattı sapması, denneğin uyku esnasındaki hareketinden ve solunumundan kaynaklanan bir gürültü işaretidir. Bu gürültü işareti, EKG içerisindeki QRS dalgalarının konum tespitini zorlaştırdığı gibi aynı zamanda bu konumların gerçek taban hattına ($y=0$) göre genliklerinin yanlış hesaplanmasına neden olur. İstenmeyen bu olumsuzlukları giderebilmek için bu olumsuzluklara neden olan taban hattı sapma gürültüsünün EKG işaretinden arındırılması gerekir. Literatürde bu işlem için çeşitli filtreleme tekniklerine başvurulmuştur. Bu çalışmada, EKG işaretinin taban hattı sapma gürültüsünden arındırılması için bu gürültüye karşılık gelen A7 yaklaşık bandı (0-0.39 Hz) işaretinin orijinal EKG işaretinden çıkarılması işlemine başvurulmuştur. Bu işlemin gerçekleştirilmesi ile Şekil 3.4'de görüldüğü gibi Taban Hattı Sapmasından Arındırılmış EKG (THSA-EKG) işareti elde edilmiş olur.



Şekil 4. (a) Orijinal EKG işareti, (b) THSA-EKG işareti.

Bu çalışmada, EKG İşaret kayıtlarının DD analizi sonucu belirlenen D2 detay alt bant işareti ve THSA-EKG işareti birlikte kullanılarak QRS dalgalarının R tepe konumları tespit edilmiş ve tespit edilen bu konumlardan yararlanarak ETS işaretlerinin hesaplanması yapılmıştır. ETS işaretinin hesaplanması için önerilen algoritmanın detaylı bilgisi için daha önceden yapmış olduğumuz çalışmalara bakılabilir [7,8]. Detayları önceki çalışmalarımızda gösterilen algoritma kullanılarak elde edilen örnek bir ETS işaretinin yeniden

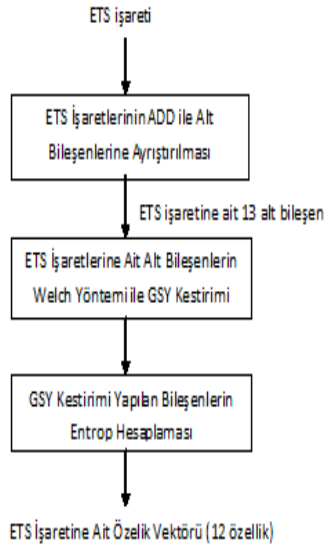
örnekleterek normalize edilmiş biçimi Şekil 5'de gösterilmiştir.



Şekil 5: EKG kaydından elde edilenmiş ETS işareti.

4.2. Özellik çıkarımı

Bir önceki kısımda her EKG kaydının ETS işaretleri elde edilmişti. Elde edilen ETS işaretleri durağan olmayan işaretlerdir. Ayrıca ETS işaretlerinin uzun süreli EKG kayıtlarından elde edilmesi bu işaretlerin veri boyutlarının yüksek olmasına neden olmaktadır. ETS işaretlerinin durağan olmamaları ve veri boyutlarının yüksek olması örüntü tanıma sisteminde kullanılacak sınıflandırıcıların eğitim sürelerini artıracaktır. Aynı zamanda bu sınıflandırıcıların genelleme ve ayrıştırma yeteneklerini de azaltacaktır. Bu olumsuzlukları giderebilmek için ETS işaretlerine uygun özellik çıkarım yöntemi uygulanarak her işaret yeniden tanımlanmıştır. Özellik çıkarım yöntemi olarak ADD, Welch GSY ve entropi tekniklerinin birlikte kullanıldığı bir algoritma önerilmiştir. Bu algoritmanın her aşamasında yapılan işlemler Şekil 6'daki blok diyagramında gösterilmiştir.



Şekil 6: ETS işareti için ADD ,Welch GSY kestirimi ve entropi ile özellik çıkarımın blok diyagramı

65536 noktadan oluşan ETS işaretlerinin ADD ile analizi için Daubechies 4 (db4) dalgacık tipi kullanılmıştır. İşaretlerin ayrıştırma seviyelerinin sayısı ise 12 olarak belirlenmiştir. Kullanılan dalgacık tipinin seçimi ve ayrıştırma seviyesinin belirlenmesi için önceki çalışmalar referans alınmıştır [14,15].

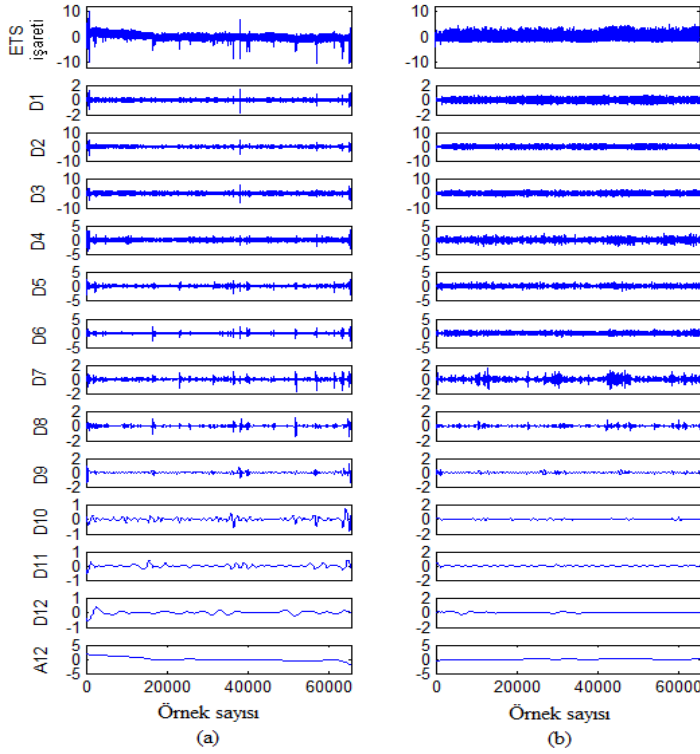
ETS işaretinin 12. seviyeden ADD ayrışımı gerçekleştirilmiştir. Bu ayrıştırma işlemi sonucunda işaret, 12'si detay katsayıları (D_1-D_{12}) ve 1'i de yaklaşık katsayısı (A_{12}) olmak üzere 13 alt bileşenine ayrıştırılmış olur. Bu ayrıştırmanın iki örneği Şekil 7'de gösterilmiştir. ETS işaretlerinin ADD ayrışması ile elde edilen detay katsayı bileşenlerinin (D_1-D_{12}) Welch yöntemi ile GSY kestirimi yapılmıştır. Şekil 8'da örnek iki ETS işaretinin ADD detay katsayılarının (D_1-D_{12}) Welch yöntemi ile elde edilen GSY'leri ($P_{D1}-P_{D12}$) görülmektedir. ETS işaretinin her birine ilişkin D_1-D_{12} detay katsayı bileşenlerine Welch yöntemi uygulanırken, pencere fonksiyonu olarak 2048 noktalı Hanning pencere fonksiyonu kullanılmış ve parçaların üst üste binme oranı %50 (1024 örnek) olarak seçilmiştir. Dolayısıyla her bir katsayı bileşeni, %50 oranında örtüşen ve 2048 örnek uzunluğunda olan 63 ayrı parçaya ayrıştırılmıştır. Bu durumda her katsayı bileşenin welch yöntemiyle elde edilen GSY'si 1024 örnek uzunluğunda olmuştur. Özellik çıkarımının son aşamasında ise ETS işaretlerinin ADD detay katsayı bileşenlerinin Welch yöntemi ile elde edilen GSY'lerinin ($P_{D1}-P_{D12}$) entropi değeri hesaplanmıştır. Bu işlem ile yüksek veri boyutlu detay katsayı bileşenlerine ilişkin GSY'lerin her biri bir entropi değeri ile temsil edilmiş olunacağından ETS işaretlerinin her biri de 12 veri uzunluğunda bir özellik vektörü ile temsil edilmiş olur. Burada bu işlemi için norm entropi hesaplama tekniği kullanılmıştır. Bu tekniğin işaretlere ait detay katsayı bileşenlerinin GSY'lerine uygulama biçimi Denklem 1'da verildiği gibidir.

$$E_i = \sum_{n=1}^N \left| P_{D_i}[n] \right|^p, \quad i = 1, 2, \dots, 12 \quad (1)$$

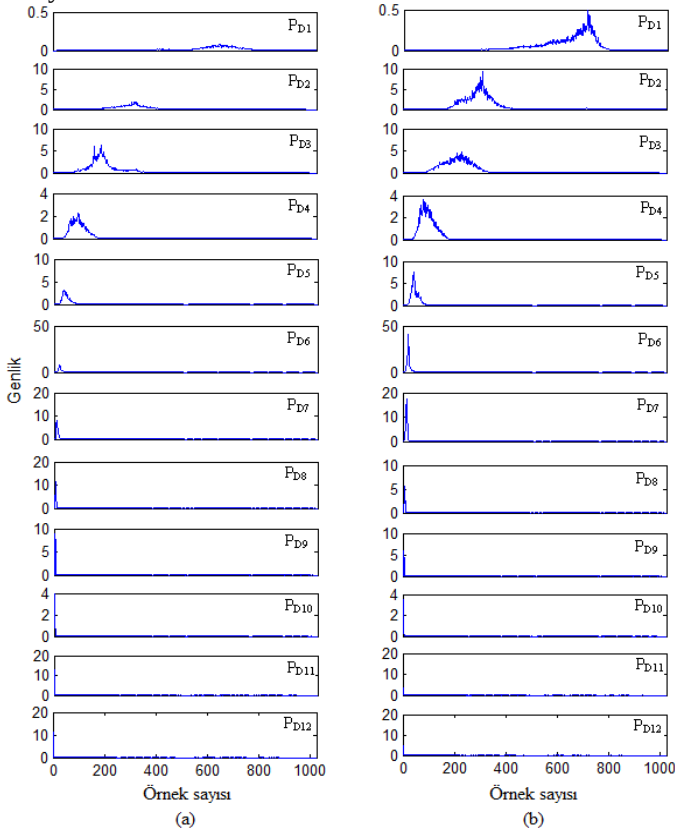
Burada P_{D_i} ETS işaretinin i . seviyedeki detay katsayı bileşenine ilişkin GSY'dir. N (1024) katsayı bileşenlerine ilişkin GSY'lerin veri boyutudur. p bu çalışmada 7/5 olarak seçilen sabit bir değerdir. E_i ise ETS işaretinin i . seviyedeki detay katsayı bileşenine ilişkin GSY'nin norm entropi değeridir. Denklem 1'deki ifadenin ETS işaretlerinin detay katsayı bileşenlerine ilişkin GSY'lere uygulanması ile ETS işareti,

$$V_{ETS} = [E_1, E_2, \dots, E_{12}] \quad (2)$$

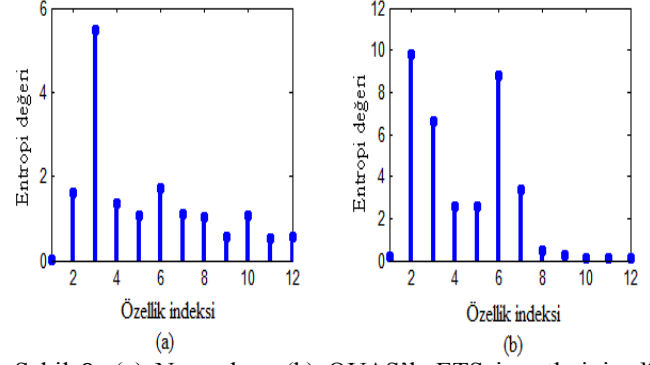
biçiminde veri boyutu 12 olan bir özellik vektörü ile betimlenmiş olur. Şekil 9'da her biri farklı sınıfa ait 2 örnek EKG kaydının ETS işaretlerini betimleyen özellikler verilmiştir.



Şekil 7: (a) Normal ve (b) OUAS'ly ETS işaretlerinin 12. seviyeden ADD'leri



Şekil 8: (a) Normal ve (b) OUAS'ly ETS işaretlerinin ADD katsayılarına ilişkin hesaplanan GSY'ler.



Şekil 9: (a) Normal ve (b) OUAS'ly ETS işaretlerini edilen özelliklerinin grafiksel gösterimi

4.3. EKG kayıtlarının sınıflandırılması

40'ı OUAS hastası ve 20'si normal olan toplam 60 EKG kaydının her birine ilişkin ETS işaretleri elde edilmiş ve ardından bu işaretlerin özellik vektörü çıkarılmıştır. Sınıflandırma aşamada ise EKK-DVM sınıflandırıcısı kullanılarak bu özellik vektörü üzerinden OUAS'ly EKG kayıtları normal EKG kayıtlarından ayırt edilir. Kullanılan sınıflandırıcının girişini özellik vektörü oluştururken çıkışını ise OUAS'ly kayıtlar için 1 normal kayıtlar için ise -1 olarak belirlenmiştir. EKK-DVM sınıflandırıcısı için uygun çekirdek fonksiyonun seçimi performans üzerinde önemli rol oynar. Bu sınıflandırıcı için en sık kullanılan çekirdek fonksiyonları aşağıda tanımlanmıştır. Bu çalışmada en iyi sınıflandırma performansına radial tabanlı çekirdek fonksiyonunda ulaşılmıştır. Sınıflandırma testi için 5- katlı çapraz doğrulama yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada 40'ı OUAS'ly ve 20'si normal olmak üzere toplam 60 EKG kaydı olduğu için, 5-katlı çapraz doğrulama testinde kullanılan her bir alt veri kümesi 12 EKG kaydına (8'i OUAS'ly ve 4'ü Normal EKG kaydına) ait verileri içermektedir. Dolayısıyla 5 aşamadan oluşan testin her aşamasında 48 EKG kaydına ilişkin veriler sınıflandırıcının eğitimi için, 12 EKG kaydına ilişkin veriler ise sınıflandırıcının test edilmesi için kullanılmıştır. Ayrıca sınıflandırma yaklaşımının test performansı istatistiksel parametrelerin hesaplanması ile değerlendirilmiştir. Bu parametreler aşağıda verilmiştir:

$$\text{Doğruluk (Accuracy)} = \frac{GP + GN}{GP + YP + DN + YN} (\%) \quad (3)$$

$$\text{Kesinlik (Specificity)} = \frac{GN}{YP + GN} (\%) \quad (4)$$

$$\text{Duyarlılık (Sensitivity)} = \frac{GP}{GP + YN} (\%) \quad (5)$$

GP (gerçek pozitif), GN (geçek negatif), YP (yanlış pozitif) ve YN (yanlış negatif) kavramları, sırasıyla OUAS'ly kaydın OUAS'ly olarak belirlenmesi, normal kaydın normal olarak belirlenmesi, normal kaydın OUAS'ly olarak belirlenmesi ve OUAS'ly kaydın normal belirlenmesi şeklinde tanımlanırlar.

Sınıflandırıcının doğruluk, kesinlik ve duyarlık olarak test performans sonuçları sırasıyla %93.3, %90 ve %95 olarak gerçekleşmiştir.

5. Sonuç ve Değerlendirme

Daha öncede ifade edildiği üzere OUAS tanısında klinik tanı tekniği maliyetli ve zahmetli bir tekniktir. Bu tekniğe alternative olabilecek veya uzman hekim için ön tanı imkanı tanıyabilecek, evde uygulanabilir ve daha az masraflı bir otomatik örüntü tanıma sistemin gerçekleştirilebilirliği hayati dercede gereklilik arzeder. Bu amaçla çalışmamızda taşınabilir bir cihaz ile kayd edilebilen EKG kayıtlarından OUAS'ın tespitine yönelik bir otomatik örüntü tanıma sistemi sunulmuştur. Önerilen sistemin ön işlem aşamasında ADD'ye dayalı bir algoritma kullanarak EKG kayıtlarından solunum kaynaklı ve ETS olarak adlandırmış olduğumuz işaretler türetilmiştir. Daha sonra yine dalgacık dönüşümümü, Welch GSY kestirimi ve entropi teknikleri kullanılarak ETS işaretlerinin frekans değişim bilgisi düşük boyutlu veri (özellik vektörü) ile temsil edilmiştir. Son olarak EKK-DVM sınıflandırıcısı kullanılarak OUAS'lı ve normal EKG kayıtları bu özellik vektörleri üzerinden ayırt edilmiştir. Sunulan sistemin doğruluk olarak test performans sonucu %93.3 gerçekleşmiştir. Bu çalışmada vermemiş olduğumuz ancak daha önceden yapmış olduğumuz çalışmada EKG'den ETS işaretlerinin yanı sıra yine EKG'dan türetilen Kalp hız değişkenliğinin (ardışıl R-R aralıklarının) de kullanılmasıyla sistemin doğruluk performansının %96 üzerine çıktığı görülmüştür. Bu sonuçlar sunulan sistemin taşınabilir portatif bir cihaz (holter gibi) ile kullanılmasının OUAS şüphelisi kişinin ön tanısına ev ortamında imkan sağlayabileceği düşünülmektedir. İleride bu çalışmamızı geliştirerek EKG kayıtları üzerinden kişinin OUAS hastası olup olmadığını tespit edebilen ve aynı zamanda OUAS hastası ise bu hastalığın derecesinde belirleyebilen daha yüksek performanslı bir sistemin geliştirilmesi düşünülmektedir.

6. Kaynaklar

- [1] Young, T., Patla, M., Dempsey, J., Skatrud, J., Weber, S., & Badr, S., "The occurrence of sleep-disordered breathing among middle-aged adults", *The New England Journal of Medicine*, 328:1230-1235, 1993
- [2] Coleman, J., "Complications of snoring, upper airway resistance syndrome and obstructive sleep apnoea syndrome in adults", *Otolaryngologic Clinics of North America*, 32: 223-234, 1999
- [3] Young, T., Peppard, P., Palta, M., Hla, K. M., Finn, L., Morgan, B., & Skatrud, J., "Population-based study of sleep-disordered breathing as a risk factor for hypertension", *Archives of Internal Medicine*, 157: 1746-1752, 1997
- [4] Moody, G. B., Mark, R. G., Zoccola, A., Mantero, S., "Derivation of respiratory signals from multi-lead ECGs", *Computers in Cardiology*, 12: 113-116, 1985
- [5] Travaglini, A., Lamberti, C., DeBie, J., Ferri, M., "Respirotry signal derived from eight-lead ECG", *Computers in Cardiology*, 25: 65-68, 1998

- [6] Köhler, B. -U., Hennig, C., Orglmeister, R., "The principles of software QRS detection", *IEEE Engineering in Medicine and Biology*, 21:42-57, 2002
- [7] Yıldız, A., Akın, M., ve Poyraz, M., 2011. An expert system for automated recognition of patients with obstructive sleep, *Expert Systems with Applications*, 38, 12880-12890
- [8] Yıldız, A., Akın, M., ve Poyraz, M., 2010. EKG Kayıtlarından Tıkayıcı Uyku Apne Sendromunun Otomatik Teşhisi, *IEEE 18. Sinyal İşleme ve İletişim Uygulamaları Kurultayı*, Diyarbakır.
- [9] Akay, M., "Wavelet applications in Medicine", *IEEE Spectrum*, 34(5):104-109, 1997
- [10] Akay, M., and Mello, C., "Wavelets for biomedical signal processing", *IEEE Proceedings of the 19th Annual International Conference of Engineering in Medicine and Biology Society*, Chicago, 30 October- 2 November, 1997
- [11] Güler, İ., and Übeyli, E. D., "Application of adaptive neuro-fuzzy inference system for detection electrocardiographic changes in patients with partial epilepsy using feature extraction", *Expert systems with Applications*, 27 (3): 323-330, 2004
- [12] Burges, C.J.C., "A tutorial on support vector machines for pattern recognition", *Knowledge Discovery Data mining*, vol.2, no.2, 1998
- [13] Suykens, J. A. K. and Vandewalle, J., "Least squares support vector machine Classifiers", *Neural Processing Letters*, 9(3):293-300, 1999
- [14] Roche, F., Pichot, V., Sforza, E., Court-Fortune, I., Duverney, D., Costes, F., Garet, M. and Barthelemy, J-C., 2003. Predicting sleep apnoea syndrome from heart period: A time-frequency wavelet analysis, *Eur. Respir. J.*, 22, 937-942.
- [15] Turkoğlu, İ., 2002a. Duragan olmayan işaretler için zaman-frekans entropilerine dayalı akıllı örüntü tanıma, *Doktora Tezi*, F.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

Otomatik Beslemeli Kömür Brülörleri İçin Hava Fazlalık Katsayısının Görüntü Tabanlı Gauss Modeli İle Kestirimi

Sedat Golgiyaz¹

¹ Bilgisayar Müh. Bölümü, Bingöl Üniversitesi
Selahaddin-i Eyyubi Mah. Aydınlık Cad.,
1200 Bingöl, Türkiye
sedatg@bingol.edu.tr

Muhammed Fatih Talu², Cem Onat³

² Bilgisayar Müh. Bölümü, ³ Makine Müh. Bölümü
²⁻³ İnönü Üniversitesi Merkez Kampüsü İnönü Üniversitesi,
44280 Malatya, Türkiye
{fatih.talu,cem.onat} @inonu.edu.tr

Özet— Otomatik beslemeli kömür brülörlerinde yanma kalitesi baca gazı emisyonlarının asgariye indirilmesinde önemli bir rol oynar. Mevcut sistemlerde; NO_x, CO ve CO₂ gibi ölçümler periyodik olarak alınarak yorumlanmakta veya gaz analizörleri(pahalı) kullanılmaktadır. Bu çalışmada, kömür brülörleri için alev görüntüsü ve hava fazlalık katsayısı lambda(λ) arasındaki korelasyon incelenmiştir. Yanma özellikleri ölçümlerinin pahalı fiyatından dolayı alev görüntüleriyle elde edilen görsel bilgi ile kömür kazanlarını kontrol etmek iyi bir çözümdür. Bu çalışmadaki λ değeri, belirli bir zamanda hava ölçüm cihazları ile kömür kazanlarında elde edilmiştir. Senkronize edilmiş alev görüntülerinden toplanan görsel bilgiler ile hava fazlalık katsayısı λ'yı tahmin etmeye gidilmiştir. Optimum yanmayı temsil eden bir alev görüntüsünden gauss modeli oluşturuldu. Alevin görsel bilgileri bu model ile elde edilir. Son olarak elde edilen özelliklerle eğitilmiş bir YSA (Yapay Sinir Ağları) ile λ değerlerinin tahmini edilir. Ayrıca farklı gri-seviyeli dönüşümleri için doğruluğun nasıl değiştiğini araştırdık.

Dizin Terimleri— Yapay sinir ağları, gauss modeli, hava fazlalık katsayısı, alev görüntüleri, kömür kazanı.

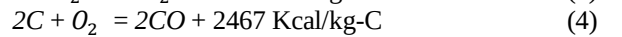
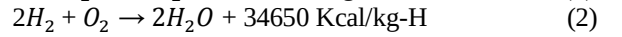
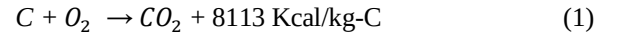
Abstract— Combustion quality in automatic feed coal burners plays an important role in minimizing the flue gas emissions. The existing set-up, measurements like NO_x, CO and CO₂ are inferred from the samples that are collected periodically or by using gas analysers (expensive). In this paper, the correlation between the flame images and the excess air factor λ in coal burners is investigated. Due to the expensive price of measurements of the combustion characteristics, visual information gathered from the flame images is a good solution for controlling coal burner. In this study, the λ value was obtained at a particular time in the coal burners with air measurement instruments. We sought to estimate the excess air factor λ with the synchronized visual information gathered from the flame images. A Gaussian model is created from an image of optimum burning flame. The visual information of flame is gathered with this model. The last ANNs (Artificial Neural Networks) are trained with obtained features for the estimation of the λ values. We also investigated how accuracy changes for different methods of gray-level transformation.

Index Terms— Artificial neural networks, gauss model, excess air factor, flame images, coal burner.

I. GİRİŞ

Günümüzde çeşitli sektörlerde sıcak su kazanları ve kombine sistemler ısıtmak için kullanılır. Brülör yakıt ve havayı karıştırıp ateşlemek için kullanılır[1]. Atmosferik gaz brülörlerinde yanma havası, çevreden emilen hava ve yakıcının altından sağlanan hava ile elde edilir. Diğer bir brülör çeşidi olan üflemlili de ise yanma havası bir vantilatör yardımı ile elde edilir. Kazanlarda yanma verimin yüksek tutulabilmesi için brülör ayarlarına zamanında müdahale edilmesi gerekmektedir. Bu işlem için baca gazı analizörleri kullanılmaktadır. Analizörlerle baca gazları ölçümü ile elde edilen azotoksitler, karbondioksit, oksijen, ortam sıcaklığı ve baca gazı sıcaklığı gibi ortam parametreleri yorumlanarak optimum yanma hakkında bilgi elde edilmektedir.

Yanma işlemi gerçekleştiğinde, yakıt içerisindeki karbon (C) karbondioksit (CO₂), kükürt (S) kükürtdioksit (SO₂) ve hidrojen (H₂) su buharına (H₂O) dönüşmektedir. Genel olarak tam ve eksik yanma aşağıdaki gibi ifade edilebilir [2].



Denklem 1-2-3'de tam yanma, denklem 4'de ise eksik yanma verilmiştir. Eksik yanmada oksijen yetersizliğinden dolayı karbon, karbondioksit dönüşmeden karbonmonoksit halinde kalmaktadır. Dolayısıyla kaybedilen enerji miktarı yaklaşık olarak %70 civarında olmaktadır. Optimum yanma için yakıtı verilen hava belirli oranda tutulması gerekmektedir. Bu oran hava fazlalık katsayısı olarak bilinir. Yakıt cinsine göre değişen bu katsayının optimum değerinin altında olması durumunda karbonmonoksit oluşmakta yani eksik yanma oluşup üretilen enerji azalmaktadır. Hava fazlalık katsayısının optimum değerinin üstünde olması durumunda yanma havzasındaki karbonmonoksit azalırken, yanmayan hava, yanma havzasında ısınarak bacadan çıkmaktadır. Dolayısıyla gene yanma verimi düşmektedir. Optimum yanma işleminin hesaplanmasında hava fazlalık katsayısının optimizasyonu için baca gazı analizörleri kullanılmaktadır. Elde edilen verilere göre brülör ve kazanlara hava fazlalık katsayısının değerine

göre ayarlama yapılmaktadır. Baca gazı analizörlerinin pahalı olmasından dolayı bu çalışmada kömür yakıtlı brülör için kazan içinden alınmış alev görüntüsü ile optimum hava fazlalık katsayısının hesaplanması için alternatif bir tasarım sunulmuştur. Mevcut gaz analizörlerine bağlı sistemler üzerinde bir çok çalışma yapılmış olup optimum hava fazlalık katsayısının hesaplanması için alternatif sistemler sunulmuştur. Bu çalışmada ise doğruluğu birçok çalışmada kanıtlanmış gaz analizörü sisteminin hesapladığı hava fazlalık katsayısının hesaplanması için kazan içi alev görüntüsü kullanılarak ucuz bir sistem ile gaz analizörü sisteminin hesapladığı hava fazlalık katsayısının tahminini yapan bir model sunulmuştur.

Gaz analizörlerinin pahalı olması ve birim zaman tepkilerinin yetersizliğinden dolayı alternatif bir çözüm olarak araştırmacıları alev görüntüsüne yönlendirmiştir. Genel olarak CCD, kızıl ötesi ve termal olmak üzere 3 tip kamera ile λ hesaplanmıştır. [3]'de kızıl ötesi kamera ile alınmış alev görüntüsü tam yanma, kısmi yanma ve eksik yanma olmak üzere 3 sınıfa ayrılarak bu sınıfları öğrenip λ 'yı buna göre ayarlayan bir model sunulmuştur. [4]'de termal kamera ile kazan içi sıcaklık dağılımının 3 boyutlu gösterimi elde edilmiş olup optimum yanmanın iyileştirilmesi için kullanılabileceği gösterilmiştir. [5]'de kömür brülörü 12 farklı CCD kamera ile görüntülenmiş ve ortalama radyan enerji sinyali (RES) elde edilmiştir. Elde edilen RES ile optimum yanma işlemi kontrol edilmiştir. [6]'da Temel Bileşenler Analizi (TBA) ile alev görüntüsünün boyutu indirgenmiştir. 300 adet alev görüntüsünün her birini temsil etmek için indirgenmiş boyut ile yalnız 2 adet özellik ile ifade edilmiştir. Bu 2 özellik ile optimum yanma kontrol edilmiştir.

Literatürde alev görüntüsü ile ilgili yapılan farklı çalışmalara rağmen alev görüntüsünden elde edilen bilgi ve hava fazlalık katsayısı λ arasındaki ilişkiyi açık gösteren çalışmalar yoktur. Bu çalışmada bu ilişki direk olarak araştırılmıştır. λ katsayısı öğrenen bir YSA modeli sunulmuştur. Elde edilen sonuçlar sonuç kısmında literatürdeki diğer yöntemlerle kıyaslanmıştır.

II. ÖNERİLEN SİSTEM

Önerilen sistemin genel yapısı şekil 1'de verilmiştir. Gerçek hava fazlalık katsayısı λ 'yı hesaplamak için pahalı bir baca gazı ölçüm cihazı kullanılmıştır. Eş zamanlı olarak CCD kamera ile yanma işleminin görüntüsü alınmıştır. Optimum yanma işlemini ifade eden referans alev görüntüsünden bir gauss modeli oluşturulmuştur. Gauss modeli ile hesaplanan ortalama ve standart sapma, elde edilen alev görüntülerinden özellik çıkarmak için kullanılmıştır. Son aşamada YSA'ya giriş olarak verilmiş özelliklerden gerçek λ değerinin kestirimi yapılmıştır.

III. VERİ TOPLAMA

Alev görüntüsünü elde etmek için Sony CL PS3 kamera kullanılmıştır [7]. Gerçek λ değerini hesaplamak için Testo [8] ölçüm cihazı kullanılmıştır. İlgili cihaz saniyede tek λ değeri ölçmektedir. Mevcut alev görüntüleri ve cihaz tarafından ölçülen veriler çift kübik ara değer üretme yöntemi ile senkronize edilmiştir. İlgili sistem için 1 saat 23 dakikalık

veriler kullanılmıştır. Her bir alev görüntüsü 1200x1200 piksel boyutundadır. İlgili alev veri tabanı 9.965 adet resimden oluşmaktadır.

IV. GÖRÜNTÜ İŞLEME VE ÖZELLİK ÇIKARMA

Görüntü işleme filtreleme veya dönüşüm işlemleri için bir görüntüyü başka bir görüntüye dönüştürme işlemidir. Renkli alev görüntüsü için yapılan çalışmalarda mavi kanalın λ 'yı hesaplamak için anlamlı bilgi içerdiği tespit edilmiş olup bununla ilgili deneysel çalışmalar yapılmıştır. Renkli görüntüyü gri görüntüye çevirmek için 3 farklı yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemler aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$\text{Gri Görüntü} = R*0 + G*0 + B \quad (5)$$

$$\text{Gri Görüntü} = R*0.3 + G*0.1 + B*0.6 \quad (6)$$

$$\text{Gri Görüntü} = (R + G + B)/3 \quad (7)$$

Denklem 5'te mavi kanal, denklem 6'da ağırlıklandırılmış mavi kanal ve denklem 7'de normal gri dönüşüm denklemleri verilmiştir. İlgili dönüşümler yapılarak 3 kanallı olan renkli resim tek kanala indirilmiş olur. Optimum yanmayı temsil eden alev görüntüsünden bir gauss modelinin ortalaması ve standart sapması hesaplanır. YSA girişinde kullanılacak özellik vektörü sayısını (ÖVS) azaltmak için resim ızgaralara bölünmüştür. Bu şekilde ızgaralara bölerek konum bilgisinin kaybolmadan özellik vektörünün azaltılması hedeflenmiştir. Izzaradaki her bir pikselin olasılık yoğunluk fonksiyonu (OYF) optimum yanma referans görüntüsünden hesaplanan ortalama ve standart sapma yardımıyla bulunur. Normal dağılım için OYF aşağıda verilmiştir [9].

$$y = f(x|\mu, \sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(x - \mu)/(2\sigma^2)} \quad (8)$$

Denklem 8'de normal dağılım için OYF verilmiştir. Bir piksel için hesaplanan OYF belli bir eşğin üstünde ise bir değilse ilgili piksel değeri sıfır değerini almaktadır. Her bir ızgara için ayrı ayrı ızgaradaki pikseller için birlerin sayısı sıfırlardan büyüğe yani bir değerli piksellerin adeti ızgara boyutunun yarısından büyük veya eşitse ilgili ızgara YSA girişi için bir değeri almaktadır. Aksi durumda sıfır değerini almaktadır. Şekil 2'de özellik çıkarma aşaması gösterilmiştir. Bir ve sıfırdan oluşan 2 boyutlu ızgaralar tek boyuta indirgenerek YSA girişine verilir. YSA'nın tahmin edeceği değer, senkronize edilmiş baca gazı analizörünün ölçtüğü değerdir.

A. Radyan Enerji Sinyali (RES)

Isı radyan enerjiye bir örnektir. [5]'de kömür brülörü için 12 farklı yere monte edilmiş CCD kamera ile alev görüntülenmiş ve bu görüntüler işlenerek tekil göreceli radyan enerji elde edilmiştir. RES aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

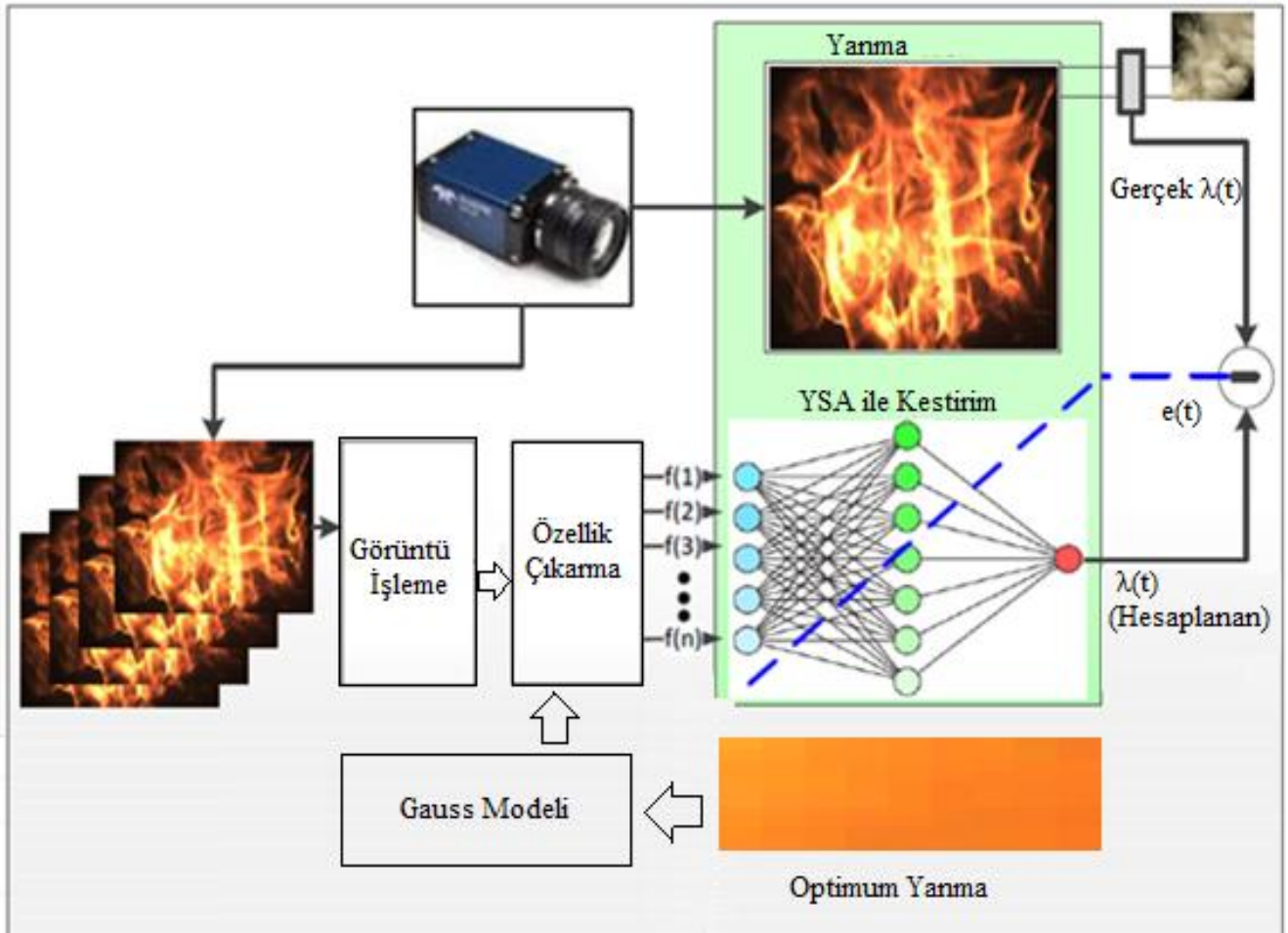
$$RES = \sum_{k=1}^K c_k \left(\sum_{i=1}^{10} \sum_{j=1}^{10} a_{ij} \right) \quad (9)$$

Denklem 9'da RES'in hesaplanması gösterilmiştir. Formüldeki c_k kamera sisteminin yoğunluk seviyesini dengelemek için k . kameranın bir düzeltme katsayısıdır.

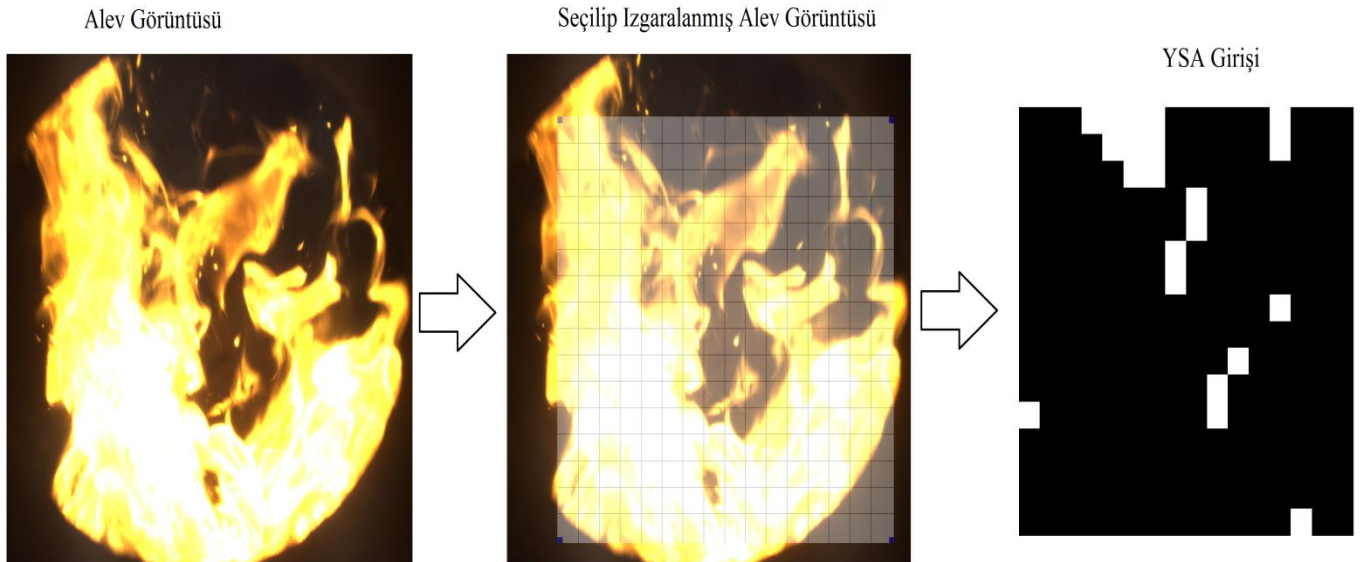
B. TBA Temelli Alev Görüntüsü Modelleme

TBA istatistiksel bir boyut azaltma tekniğidir. TBA denklem 10'da gösterilmiştir.

$$\mathbf{I} = \sum_{r=1}^R y_r p_r^T + \mathbf{E} \quad (10)$$



Şekil 1. Önerilen sistemin genel yapısı.



Şekil 2. Görüntü işleme ve özellik çıkarma aşamaları.

Denklem 10'da **I** orijinal alev görüntüsünü, **R** temel bileşen sayısını, **E** artık matrisini ve **Y** skor matrisini temsil etmektedir.

V. REGRESYON ANALİZİ VE DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada kazan delinerek kazan içi görüntüsü bir CCD kamera ile görüntülenip farklı gri dönüşüm için doğruluk araştırılıp literatürdeki benzer çalışmalar ile doğruluk kıyaslaması yapılmıştır. Gerçek λ değerini hesaplamak için Testo ölçüm cihazı kullanılmıştır. YSA tasarımının doğruluk analizi için korelasyon katsayısı(**R**) kullanılmıştır. **R** değeri aşağıdaki gibi tanımlana bilir.

$$R = \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^N (\lambda_i - \bar{\lambda})^2}{\sum_{i=1}^N (\lambda_i - \bar{\lambda})^2} \right]^{1/2} \quad (11)$$

Denklem 11'de **R** değerinin hesaplanması için formül verilmiştir. λ_i değeri tekil ölçüm değerini ifade ederken $\bar{\lambda}_i$ ise YSA sonucunda $\bar{\lambda}_i$ için hesaplanan değeri ifade etmektedir. Tablo 1'de farklı pencere sayıları ve gri seviye dönüşümleri için regresyon başarımları verilmiştir. Gri dönüşüm deneyleri için YSA girişi, sıfır ve birlerden oluşan pencere sayısı kadar özellik vektörüdür. Tablo 1'de görüleceği gibi bu çalışma kapsamında çalışılan tüm yöntemler RES ve TBA'dan daha iyi sonuç vermiştir. En iyi sonuçlar sadece mavi kanalın kullanıldığı dönüşümde elde edilmiş olup ızgara sayısı 32x32 olan deney en iyi sonucu vermiştir. Izgara sayısının artması doğruluğu arttırdığı gözlemlenmiştir. %60 mavi, %30 kırmızı ve %10 yeşil alınarak oluşturulan ağırlıklandırılmış mavi kanal gri dönüşüm deneyinde doğruluğun azaldığı gözlemlenmiştir. Buradan sadece mavi kanalın kullanılmasının yeterli olabileceği hakkında fikir verebilir.

REFERANSLAR

- [1] Kon O. ve Yüksel B., "Binaların Isı Merkezlerinde Bulunan Kalorifer Kazanlarının Yanma Havası ve Hava Fazlalık Katsayılarına Göre Yanma Gazlarının Özelliklerindeki Değişim." BAÜ Fen Bil. Enst. Dergisi Cilt 17(2) 15-27 (2015).
- [2] Bilgin A., "Kazanlarda Baca Gazı Analizlerinin Değerlendirilmesi, İç Soğuma Kayıplarının İrdelenmesi", V. Ulusal Tesilat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, 617-622, İzmir, (3-6 Ekim 2001).
- [3] Sujatha K., Venmathi M. and Pappa N., "Flame Monitoring In Power Station Boilers Using Image Processing", ICTACT Journal on Image and Video Processing 2(4)427-434, 2012.
- [4] Luo, Z., Zhou, H. "A combustion-monitoring system with 3-d temperature reconstruction based on flame-image processing technique". IEEE Trans. Instrum. Meas., vol. 56, no. 5, p. 1877–1882. 2007.
- [5] Huang, B., Luo, Z., Zhou, H. "Optimization of combustion based on introducing radiant energy signal in pulverized coal-fired boiler", Fuel Process. Technol., vol. 91, no. 6, p. 660–668., 2010.
- [6] Chen, J., Chang, Y.-H., Cheng, Y.-C., Hsu, C.-K. "Design of image-based control loops for industrial combustion processes." Appl. Energy, vol. 94, p. 13–21. 2012.
- [7] "PlayStation®Eye Camera," *us.playstation.com*. [Çevrimiçi]. Mevcut: <http://us.playstation.com/ps3/accessories/playstation-eye-camera-ps3.html>. [Erişim: 13-Mar-2015].
- [8] "Flue gas measuring device (Testo)." [Çevrimiçi]. Mevcut: <http://www.testo-international.com/testo-products/>. [Erişim: 04-Feb-2014].
- [9] Bishop, C.M., "Pattern Recognition and Machine Learning." Springer. ISBN 0-387-31073-8., 2006.

Tablo 1. Deneysel Sonuçlar.

Yöntem	Pencere Sayısı	Övs	R
Mavi Kanal	16	256	0.7435
Mavi Kanal	32	1024	0.8359
Ağırlıklandırılmış Mavi kanal	16	256	0.5550
Ağırlıklandırılmış Mavi kanal	32	1024	0.6326
Normal Gri	16	256	0.6604
Normal Gri	32	1024	0.6037
RES[6]	-	2	0.4569
TBA[7]	-	4	0.4529

VI. SONUÇ

Bu çalışma ile mevcut pahalı baca gazı analizörlerine alternatif olabilecek ucuz bir sistem sunulmuştur. Yapılan çalışma ile kömür brülörleri için alev görüntüsü ve hava fazlalık katsayısı λ arasındaki korelasyon incelenmiştir. Mevcut yanma özellikleri ölçüm cihazlarının pahalı olmasından dolayı önerilen ucuz sistem, optimum yanma sistemlerinin yaygınlaşmasına katkı sunacak bir sistemdir. Bu çalışma ile optimum yanmayı temsil eden bir alev görüntüsünden gauss modeli oluşturularak alevin görsel bilgileri bu model ile elde edilmiştir. Elde edilen özelliklerle bir YSA eğitilerek λ değerlerinin tahmini %84 korelasyon ile hesaplanmıştır. Farklı gri seviye dönüşümleri için doğruluğun nasıl değiştiğini araştırılması sonucunda en anlamlı verilerin mavi kanalda olduğu gözlemlenmiştir.

İlerde yapılacak çalışmalarda farklı özellik çıkarma yöntemleri ve farklı eğitim modelleri ile doğruluğu artırıcı çalışmalar yapılabilir.

Yerel Alıcı Alanlar Aşırı Öğrenme Makinesi ile Kayısı Yaprağı Tanıma

Local Receptive Fields Extreme Learning Machine for Apricot leaf recognition

Berna ARI¹

Doğanşehir Halk Eğitim Merkezi,

M.E.B.,

Malatya, TÜRKİYE

bernagurler.a@gmail.com

Abdulkadir ŞENGÜR²

Teknoloji Fakültesi

Elektrik - Elektronik Mühendisliği Bölümü

Fırat Üniversitesi

Elazığ, Türkiye

ksengur@firat.edu.tr

Ali ARI³

Sürgü Meslek Yüksekokulu

Bilgisayar Teknolojileri Bölümü

İnönü Üniversitesi

Malatya, Türkiye

ali.ari@inonu.edu.tr

Özetçe—Bu makalede, yerel alıcı alanlar aşırı öğrenme makinesi (YAA-AÖM) ile yaprak tanıma gerçekleştirilmiştir. Yaprak tanıma, görüntü işleme ve makine öğrenmesi alanlarında önemli bir uygulamadır. Evrişimsel sinir ağları (ESA) kullanılarak başarılı yaprak tanıma uygulamaları mevcuttur. Ancak ESA'nın eğitim süresinin zaman alması ve eğitim sürecinde çözümün tek noktada takılma ihtimali önemli dezavantajlarından. Aşırı öğrenme makinesi (AÖM), geriye yayılım algoritmasının bazı dezavantajlarını gidermek için önerilmiş, giriş ağırlıkları rastgele çıkış ağırlıkları ise analitik olarak hesaplanan tek gizli katmanlı ileri beslemeli bir YSA modelidir. AÖM, öğrenme sürecinin hızlı olması ve işlem karmaşıklığının az olması gibi önemli avantajlara sahiptir. Yerel alıcı alanlar (YAA) bilgisinin AÖM içine entegre edildiği YAA-AÖM yapısı, Evrişimsel Sinir Ağlarına alternatif bir model olarak önerilmiştir. Bu çalışmada, YAA-AÖM ile yaprak tanıma işlemi yapılmıştır. Farklı türdeki kayısı yapraklarının görüntüleriyle oluşturduğumuz veri seti kullanılmıştır. Yapılan deneysel çalışmalar, YAA-AÖM'nin yaprak tanıma başarılı olduğunu göstermiştir.

Abstract—In this paper, leaf identification is achieved with the local receptive fields based extreme learning machine(LRF-ELM). Leaf identification is an important application in image processing and machine learning areas. Successful leaf identification applications are available by

using convolution neural networks (ConvNet). However, as the training period of ConvNet takes time and the possibility of solution in training process may come to a deadlock in one point, these are some of the important disadvantages of ConvNet. Extreme learning machine (ELM) is the only hidden layer feedforward ConvNet model which is proposed to resolve some of the disadvantages of backpropagation algorithm whose input weights are randomly calculated while output weights are analytically calculated. ELM has major advantages such as having quicker learning process and less process complexity. The structure of LRF-ELM in which the information of local receptive fields is integrated into the ELM is proposed as an alternative model to the convolutional neural networks. In this paper, leaf identification process is carried out with LRF-ELM. Data sets created with the images of different types of leaves of apricots are used. Conducted experimental studies indicate that LRF-ELM are successful in leaf identification.

1. GİRİŞ

Bitkilerin insan hayatındaki önemi büyüktür. Bitkiler besin sektörü, endüstri ve tıbbi alanda kullanılmaktadır. Dünya üzerinde çok sayıda ve çok fazla çeşitte bitki türü bulunmaktadır. Bitki sınıflandırması uzmanlar tarafından geleneksel metotlar ve DNA analizi gibi yöntemler ile yapılmaktadır. Yapay zekanın gelişimine bağlı olarak otomatik bitki tanıma

sistemleri bitkileri tanımak ve sınıflandırmak için günümüzde yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Bitki tanıma ve sınıflandırma son yıllarda popüler bir çalışma haline gelmiş ve birçok çalışma yapılmıştır.

[1] nolu çalışmada fotoğraf ile ya da video çerisinden belirlenen 6 türe ait yaprak görüntülerinden çıkarılan 12 adet özellik K-NN sınıflandırma algoritması kullanılarak sınıflandırılmaya çalışılmıştır.

[2] nolu çalışmada Acer (Japon akçağacı) bitkisine ait görüntülerin bulunduğu veri tabanındaki 9 cinse ait resimler kullanılmıştır. Bu resimlerinden merkez kenar uzunlukları, geometrik özellikler ve istatistiksel özellikler yöntemleri kullanılarak özellik çıkarımı yapılmıştır ve bu özellikler aşırı öğrenme makineleri ile sınıflandırılmıştır.

[3] nolu çalışmada yeşil çay yaprakları sınıflandırmak amacıyla örtüşmeyen pencereyi LBP ve GLCM dokusal özelliklerini birleştiren yeni bir metod önermişlerdir. Bu geliştirilen yöntem ile sınıflandırma doğruluğu büyük ölçüde artmıştır.

[4] nolu çalışmada bitki yapraklarının doku ve şekil özelliklerinin birleşimleri kullanılarak yaprakların karakterize edilmesi ve tanınması için yeni bir yöntem önerilmiştir. Yaprak dokusu Gabor filtresi ve GLCM kullanılarak modellenmiştir. Şekil özellikleri ise değişmez momentum ve Curvelet transform ile çıkarılmıştır. Daha sonra bu iki özellik çıkarım birleştirilmiştir. 31 sınıf yaprağın sınıflandırılması için elde edilen özellikler ile Nöro Bulanık denetleyici (NFC) ve bir ileri beslemeli geri yayılım çok katmanlı algılayıcı (MLP) kullanılmıştır.

[5] nolu çalışmada dijital yaprak görüntülerinden elde edilen bir dizi istatistiksel özellik kullanılarak bitki türlerinin tanınması için bir yöntem önermektedir. Özellik çıkarılan görüntüler Nöro bulanık sınıflandırıcı kullanılarak önceden tanımlanmış 32 sınıfa sınıflandırılmıştır.

[6] nolu çalışmada 7 farklı kayısı türü imge işleme ve derin öğrenme kullanılarak yaprak tanıma tabanlı sınıflandırılması gerçekleştirilmiştir. Derin öğrenme yöntemi olarak, 6 katmanlı giriş katmanı, 3 evrişim katmanı ve 2 alt örnekleme katmanı bulunan Evrişimsel Sinir Ağları (ESA) kullanılmıştır ve 90,41% bir doğruluk bulmuşlardır.

Evrişimsel sinir ağları mimarisi, giriş imgesi pikselleri arasındaki uzamsal bilgiyi kullanmayı amaçlamaktadır. ESA'lar evrişim ve toparlama olarak adlandırılan iki temel işlemi kapsamaktadır. Bu işlemler ağın ardışık katmanlarında arka planda çalışmaktadır. Evrişim ve toparlama işlemleri sayesinde elde edilen özellikler sınıflandırma başarısını arttırmaktadır. ESA'nın en büyük dezavantajları, eğitim sürecinin uzun olması ve eğitim esnasında tek bir çözüme takılabilme problemlerinin yaşanmasıdır. Aşırı öğrenme makinesi (AÖM), geriye yayılım algoritmasının bazı dezavantajlarını gidermek için önerilmiş son

yıllardaki çalışmalarda sıkça kullanılan bir sınıflandırma yöntemidir [7]. AÖM, öğrenme sürecinin hızlı olması ve işlem karmaşıklığının az olması gibi önemli avantajlara sahiptir. Yerel alıcı alanlar (YAA) bilgisinin AÖM içine entegre edildiği YAA-AÖM yapısı, ESA'ya alternatif bir model olarak önerilmiştir [8].

Bu çalışmada AÖM-YAA yapısı kullanılarak yaprak tanıma işlemi gerçekleştirilmiştir. Farklı türdeki kayısıların yapraklarının görüntüleriyle oluşturduğumuz veri seti kullanılmıştır. Gerçekleştirilen deneysel çalışmalarda alınan sonuçların başarılı ve umut verici olduğu gözlemlenmektedir.

2. AŞIRI ÖĞRENME MAKİNESİ (AÖM)

Aşırı öğrenme makinesi, Huang ve arkadaşları (2006) tarafından geliştirilmiştir. AÖM giriş ağırlıkları rastgele çıkış ağırlıkları ise analitik olarak hesaplanan tek gizli katmanlı ileri beslemeli bir YSA modelidir. AÖM de gizli katmanda sigmoidal, Guassian ve hard-limitin gibi aktivasyon fonksiyonları kullanılırken çıkış katmanda doğrusal fonksiyon kullanılmaktadır. AÖM hızlı öğrenme yeteneğinin yanında geleneksel geri yayılım algoritması ile öğrenen ileri beslemeli ağlara göre daha iyi genelleme başarımına sahiptir. AÖM'nin öğrenme algoritması aşağıdaki gibi tanımlanır;

Belirli bir N girdi-çıkış ilişkisi x_i ve t_i parametreleri kabul edilsin. Burada x_i , $x_i = [x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}]^T \in R^n$ ve t_i ise $t_i = [t_{i1}, t_{i2}, \dots, t_{in}]^T \in R^m$ şeklinde ifade edilir. $\tilde{N}$ tane gizli sinir hücresi ve $g(x)$ aktivasyon fonksiyonuna sahip standart Tek Gizli Katmanlı ve İleri Beslemeli (TGKIB) ağ modeli matematiksel olarak aşağıdaki gibi modellenir:

$$\sum_{i=1}^{\tilde{N}} \beta_i g(w_i \cdot x_j + b_i) = o_j, \quad j = 1, \dots, N \quad (1)$$

Burada $w_i = [\omega_{i1}, \omega_{i2}, \dots, \omega_{in}]^T$, i 'nci gizli katman sinir hücresine ve giriş sinir hücresine bağlı olan ağırlık vektörüdür, $\beta_i = [\beta_{i1}, \beta_{i2}, \dots, \beta_{im}]^T$ ise i 'nci gizli sinir hücresine ve çıkış sinir hücrelerine bağlı olan ağırlık vektörüdür. b_i ise i 'nci gizli sinir hücresinin eşik değeridir. $w_i \cdot x_j$ ise w_i ve x_j 'nin içsel çarpımını ifade eder.

$\tilde{N}$ tane gizli sinir hücresine ve $g(x)$ aktivasyon fonksiyonuna sahip standart TGKIB ortalama sıfır hataya yaklaşabilir, $\sum_{j=1}^N \|o_j - t_j\| = 0$, β_i , w_i ve b_i arasındaki ilişki aşağıdaki eşitlikte verilmiştir;

$$\sum_{i=1}^{\tilde{N}} \beta_i g(w_i \cdot x_j + b_i) = t_j, \quad j = 1, \dots, N. \quad (2)$$

Denklem 2'de verilen N tane eşitlik, Denklem 3'deki gibi kısaltılabilir:

$$H\beta = T \quad (3)$$

Burada;

$$H = \begin{bmatrix} g(w_1 \cdot x_1 + b_1) & \cdots & g(w_N \cdot x_1 + b_N) \\ \vdots & \cdots & \vdots \\ g(w_1 \cdot x_N + b_1) & \cdots & g(w_N \cdot x_N + b_N) \end{bmatrix}_{N \times N} \quad (4)$$

$$\beta = \begin{bmatrix} \beta_1^T \\ \vdots \\ \beta_N^T \end{bmatrix}_{N \times m} \quad ve \quad T = \begin{bmatrix} t_1^T \\ \vdots \\ t_N^T \end{bmatrix}_{N \times m} \quad (5)$$

Sinir ağının gizli katmandaki çıkış matrisi H diye adlandırılır ve H'nin i'ninci sütunu $x_1, x_2, \dots, x_N$ girişlerinin i'ninci gizli sinir hücrelerinin çıkış vektörüdür.

3. YEREL ALICI ALANLAR AŞIRI ÖĞRENME MAKİNESİ (YAA-AÖM)

YAA-AÖM yeni bir derin öğrenme kavramı olup, temel olarak birbirinden bağımsız iki farklı yapıyı bünyesinde barındırmaktadır [10]. Bu yapılardan ilkin, öğrenmenin olmadığı, evrişim ve toparlama süreçlerinin olduğu yapı oluşturmaktadır. İkinci yapı ise en küçük kareler çözümü ile β 'nin analitik hesaplanması aşamasıdır. Birinci yapıda kullanılan toparlama için kare/karekök işlevi kullanılmaktadır.

a) **Birinci yapı:** Daha öncede belirtildiği gibi bu bölümde herhangi bir öğrenme olmamaktadır. Diğer bir ifade ile bu bölümde ağırlık yenilenmesine ihtiyaç duyulmamaktadır. Kullanılan K adet evrişim filtresinin katsayıları başlangıçta rasgele seçilir. Eğer öznelikleri çıkarılacak giriş imgesinin boyutu $d \times d$ ve evrişim filtresi boyutu $r \times r$ ise, evrişim katmanı sonunda $(d-r+1) \times (d-r+1) \times K$ boyutlu öznelik haritası elde edilir. Toparlama katmanında, verilen bir pencere boyutunda öznelikler toplanır.

b) **İkinci yapı:** Bir önceki yapıda her bir giriş imgesi için elde edilen öznelikler bir matriste birleştirilerek eğitim veri seti elde edilmiştir. Bu yapıda ise sadece AÖM'nin gizli katman ile çıkış arasındaki ağırlık vektörü β 'nin analitik olarak hesaplanmasını gerektirir. Diğer bir ifade ile önceki aşamada elde edilen öznelik matrisi, $H \in R^{N \times (d-r+1)^2}$ matrisi olarak kabul edilir ve β analitik olarak şöyle hesaplanır;

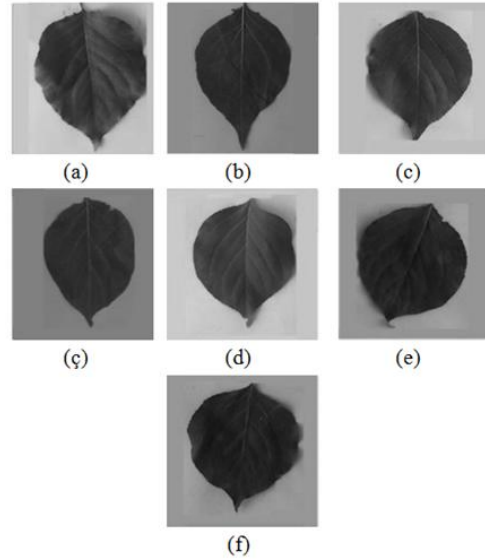
$$\beta = \begin{cases} H^T \left(\frac{I}{C} + HH^T \right)^{-1} T & \text{eğer } N \leq K \cdot (d-r+1)^2 \\ \left(\frac{I}{C} + HH^T \right)^{-1} H^T T & \text{eğer } N > K \cdot (d-r+1)^2 \end{cases}$$

Burada T, eğitim veri seti için sınıf etiketlerini, I birim matrisi ve C ise regülasyon katsayısı olarak adlandırılır.

4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

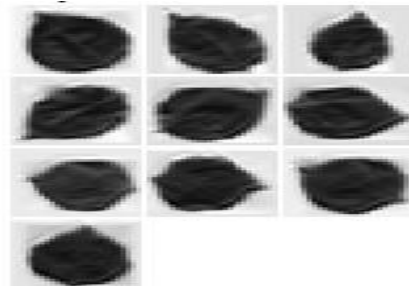
YAA-AÖM yapısının yaprak sınıflandırma başarımının değerlendirilmesi için bilgisayar ortamında bir dizi deneysel çalışmalar yapılmıştır. Çalışma için

Malatya ilinde bulunan Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığına bağlı Kayısı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü bahçesinde yetişen kayısı türüne ait 7 farklı genotip için veri tabanı oluşturulmuştur. Bu türler sırası ile Apikoz Şalak, Çataloğlu, Çekirge iz, Hacıkızı, Hırmanlı, Paviot ve Tokatoğlu Erzincan'dır. Şekil 1'de her bir türe ait bir resim verilmiştir. Bu genotiplere ait ağaçlardan olgunlaşmış yapraklar ziraat mühendisi ile birlikte toplanarak görüntüleri veri tabanına kaydedilmiştir. Her yaprak, beyaz bir fon üzerine farklı açılarla yerleştirilmiş ve sabit 30 cm yükseklikten görüntüleri alınarak veri tabana kaydedilmiştir.

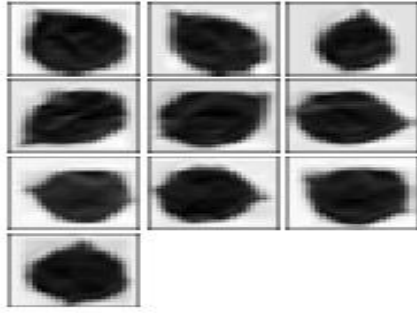


Şekil 1. Kullanılan kayısı yaprağı imgeleri, a)Apikoz Şalak, b)Çataloğlu, c)Çekirge iz, ç)Hacıkızı, d)Hırmanlı, e)Paviot ve f)Tokatoğlu Erzincan

Çalışmada 7 türe ait toplam 357 adet imge kullanılmıştır. Bu imgelerden rasgele seçilen 210 adedi YAA-AÖM'nin eğitiminde, geri kalan 146 adet imge ise YAA-AÖM'nin başarımlarında kullanılmıştır. Kullanılan bütün imgeler ilk önce gri tona çevrilmiş ve 32x32 boyutuna yeniden boyutlandırılmıştır. YAA-AÖM'nin ayarlanabilir 4 parametresi mevcuttur. Bunlar sırası ile evrişim filtresi boyutu r, evrişim filtresi sayısı K, toparlama boyutu ve C regülasyon katsayısıdır. K değeri 10, evrişim filtresi boyutu 3, toparlama filtresi boyutu 2 olarak belirlenmiştir. Şekil 2 ve 3'de sırası ile evrişim katmanı ve toparlama katmanı sonrasında elde edilen öznelik haritaları gösterilmiştir.



Şekil 2. Evrişim sonrası öznelik haritaları



Şekil 3.Toparlama sonrası öznetelik haritaları

Yapılan deneylerde en iyi regülasyon katsayısının 5 olduğu görülmüştür. Ayrıca yığın boyutu 50 olarak seçilmiştir. Deneysel çalışmalar Matlab ortamında gerçekleştirilmiş olup, 97,26% bir doğruluk başarımları elde edilmiştir. Her bir sınıfa ait sınıflandırma başarımları Tablo 1’de verilmiştir.

		Gerçek						
		Api	Çat	Çek	Hac	Hır	Pav	Tok
Tahmin Edilen	Api	19	1	0	0	0	0	0
	Çat	0	34	0	0	0	0	0
	Çek	0	0	12	0	0	0	0
	Hac	0	0	0	22	0	0	0
	Hır	0	0	0	0	10	0	0
	Pav	0	0	0	0	0	23	0
	Tok	0	0	2	0	0	1	22

Tablo 1.Sınıflandırma başarımları

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada YAA-AÖM yapısı ile yaprak tanıma gerçekleştirilmiştir. Yöntem, ESA ile karşılaştırıldığında daha basit ve daha kullanışlıdır. Eğitim süreci herhangi bir iterasyon gerektirmediği için zaman almamaktadır. Öğrenilmesi gereken parametre sayısı olarak da düşünüldüğünde yine önemli avantajlar sunmaktadır. Önceki çalışmada farklı kayısı türleri, derin öğrenme mimarilerinden ESA kullanılarak yaprak tanıma tabanlı sınıflandırılması gerçekleştirilmiş ve 90,41% bir doğruluk bulunmuştur. YAA-AÖM yapısı ile yaprak tanıma aynı veri setine uygulanmış ve 97,26% bir doğruluk elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlardan, YAA-AÖM yapısının nesne tanıma uygulamalarında kullanılabilecek önemli bir araç olduğu sonucu çıkarılmıştır.

Teşekkür: Yapılan çalışma, Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Tarafından TEKF.16.03 nolu proje ile desteklenmiştir.

6. KAYNAKLAR

- [1] Kır B., Öz C., Gülbağ A., “Leaf recognition using K-NN classification algorithm”, 2012 20th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), 1 – 4, 18-20 April 2012, Mugla.
- [2] Türkoğlu M., Alçin Ö.F., Üstündağ M., Hanbay D., “Leaf Recognition and Classification Based On Geometric and Statistical Features”, International Conference on Natural Science and Engineering (ICNASE’16), March 19-20 2016, Kilis.
- [3] Tang Z., Su Y., Er M.J., Qi F., Zhang L., Zhou J., “A local binary pattern based texture descriptors for classification of tea leaves”, Neurocomputing 168 (2015) 1011–1023.
- [4] Chaki J., Parekh R., Bhattacharya S., “Plant leaf recognition using texture and shape features with neural classifiers”, Pattern Recognition Letters 58 (2015) 61–68.
- [5] Chaki J., Parekh R., Bhattacharya S., “Recognition of whole and deformed plant leaves using statistical shape features and neuro-fuzzy classifier”, Recent Trends in Information Systems (ReTIS), 2015 IEEE 2nd International Conference on, 189 – 194, 9-11 July 2015, Kolkata.
- [6] Ari, B., Sengur, A., Ari, A., Hanbay D., “Apricot Plant Classification Based On Leaf Recognition by Using Convolutional Neural Networks”, International Conference on Natural Science and Engineering (ICNASE’16), March 19-20 2016, Kilis.
- [7] Huang, G.-B., Zhu, Q.-Y. ve Siew, C.-K., “Extreme learning machine: theory and applications”, Neurocomputing, Cilt 70, No 1, 489-501, 2006.
- [8] G.-B. Huang, Z. Bai, L. L. C. Kasun, and C. M. Vong, “Local receptive fields based extreme learning machine,” IEEE Computational Intelligence Magazine, vol. 10, pp. 18–29, 2015.
- [9] Huang, G.-B., Zhu, Q.-Y., & Siew, C.-K. (2006). Extreme Learning Machine: Theory and Applications. Neurocomputing, 70, 489-501.

Çoklu Yamalar ile Tek İmgeli Süper Çözünürlük

Single Image Super Resolution via Multi Patches

Muzaffer ASLAN

Elektrik Elektronik Teknolojileri Alanı
Gazi Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi
Elazığ, TÜRKİYE
muzafferaskan@gmail.com

Abdulkadir ŞENGÜR

Elektrik Elektronik Mühendisliği
Fırat Üniversitesi
Elazığ, TÜRKİYE
ksengur@firat.edu.tr

Ümit BUDAK

Elektrik Elektronik Mühendisliği
Bitlis Eren Üniversitesi
Bitlis, TÜRKİYE
ubudak@beu.edu.tr

Özetçe—Bu çalışmada, tek imge ile süper çözünürlük yöntemi önerilmiştir. Yöntemin ilk aşamasında, düşük çözünürlüklü giriş imgesi ve çift kübik entropolasyon ile büyütülen aynı imgede belirli ölçeklerde çoklu yamalar oluşturulmuştur. İkinci aşamada bu çoklu yamaları çevreleyen varsayım yamaları oluşturulmuştur. Son olarak, Tikhonov düzenleme ile tanımlanan varsayım yamalarına ait katsayılar kullanılarak yüksek çözünürlüklü görüntü elde edilir. Yöntemin başarımı renkli ve gri imgelerden elde edilen yüksek çözünürlüklü imgelere uygulanan Tepe Sinyal Gürültü Oranı (PSNR) ve Yapısal Benzerlik (SSIM) ölçütleri ile değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler—Seyrek gösterim, imge onarımı, süper çözünürlük

Abstract— In this study, super resolution method with single image is proposed. In the first level of method, multi patches in specific scales have been formed both in low resolution input image and same image which is magnified using bi-cubic interpolation. In the second level, supposal patches have been composed surrounding those multi patches. Lastly, to achieve high resolution image, coefficients of supposal patches are used which are defined by Tikhonov regularization. Performance of proposed method is evaluated using Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) and Structural Similarity (SSIM) criteria applied to high resolution images obtained from gray and RGB images.

Index Terms—Sparse representation, image restoration, super resolution.

I. GİRİŞ

Süper Çözünürlük (SÇ) imge ve video işleme alanında yaygın olarak tartışılan bir alan olup, verilen Düşük Çözünürlüklü (DÇ) imge veya video dizisinden görüntü kalitesini artırılması amaçlamaktadır [1]. Bu için aynı bölgenin bir veya daha fazla DÇ imgesi kullanılarak Yüksek Çözünürlüklü (YÇ) imge oluşturma işlemi SÇ olarak adlandırılmaktadır [1-4]. SÇ'deki, süper terimi DÇ imge sistemlerindeki piksel sayısının artırılması veya mikro yonga (chip) boyutundaki sınırlamaları ortadan kaldırarak daha kaliteli bir görüntü elde edilmesini ifade etmektedir. Uydu görüntüleme, video uygulamaları ve tıbbi görüntüleme gibi birçok alanda aynı sahnedeki elde edilen bir veya daha fazla DÇ imge ile SÇ görüntülemenin başarısı kanıtlanmıştır [1-5].

Çünkü bu uygulamalarda, daha az maliyetli DÇ kameralardan elde edilen imgeler ile yüksek kalitede sayısal imgeler elde edilebilmektedir [6].

İlk kez 1968 yılında kullanılan SÇ terimi ile ilgili çalışmalar çoğunlukla iki ana başlıkta incelenmiştir. Bunlardan ilki 1984 yılında Tsai ve Huang tarafından frekans düzlemindeki uydu görüntülerinin çözünürlüklerinin artırılması çalışmaları ile başlamıştır [1-3]. İkinci başlıktaki çalışmalar ise uzamsal bölgedeki çalışmaları içermektedir [5]. Bu alandaki çalışmaların temel farklılığı frekans düzlemindeki çalışmada yerel hareketlerin baskınlığından ve kameralardan kaynaklanan bulanıklığın giderilememesidir. Daha sonra Farsiu ve Vandewalle tarafından Matlab'ta SÇ algoritmaları için uygulamalar geliştirmeleri bu çalışmalara olan ilgiyi daha da artırmıştır [5, 6].

Literatürdeki mevcut SÇ algoritmaları çoklu imge [6, 7] veya örnek tabanlı [8] SÇ olarak sınıflandırılmaktadırlar [5-8]. Klasik çoklu imgeli SÇ, bir YÇ imgede hatalı hizalanmış alt piksellerin aynı sahnedeki DÇ görüntü dizisinden elde edilerek gerçekleştirilir. Fakat bu yaklaşım çözünürlükte sadece küçük bir sayısal artış ile sınırlı kalmaktadır [1]. Örnek tabanlı YÇ ve DÇ imge yamaları arasındaki benzerlikler ile veri setinde bilinen DÇ/YÇ imge çiftlerinden öğrenilir ve daha sonra öğrenilen benzerlikler SÇ için yeni DÇ imgelere uygulanır [6]. YÇ hatalı detayların kullanımı, YÇ veri seti yamalarından öğrenilebileceği varsayımına dayanmaktadır. Bu çerçevede, Yang ve diğerleri [7] YÇ ve DÇ imgelerde aynı seyrek gösterimlerin paylaşımından YÇ ve DÇ görüntülerdeki öğrenilen bir sözlükten seyrek kodlamayı önermişlerdir. Glaser ve diğerleri [6] bilinmeyen YÇ imgeyi yeniden oluşturmanın yanı sıra gereksiz yamaları da kullanarak, klasik çoklu imgeler ve örnek tabanlı YÇ tekniklerin her ikisini de birleştirerek SÇ oluşturmuşlardır. Dai ve diğerleri [8] arka ve ön plan tanımlayıcılarını ve bu iki tanımlayıcı arasındaki keskin süreksizliği kullanarak yerel imge yamalarını göstermişlerdir. Sun ve diğerleri [9] yerel imge yapıları için gradyan bîçim çiftlerini keşfederek SÇ elde etmek için uygulamışlardır.

Bu çalışmada, çoklu varsayım tahmin stratejisine dayalı SÇ görüntü oluşturma yöntemi önerilmiştir. Yöntemde, tek bir imgedeki yamaların benzerliklerinden faydalanan SÇ imge elde edilmiştir.

Çalışmanın geri kalanı şu şekilde tasarlanmıştır. Bölüm 2'de önerilen yöntemin altyapısını oluşturan Seyrek Gösterim

SÇ özetlenmiştir. Bölüm 3'te SÇ oluşturma için önerilen yöntem detaylandırılmıştır. Bölüm 4'te deneysel çalışmalar ve sonuçların değerlendirilmesi yapılmıştır. Son bölümde ise çalışmanın sonuçları ortaya konmuştur.

II. SEYREK GÖSTERİMLİ SÜPER ÇÖZÜNÜRLÜK

Genelde tek imgeli SÇ'de amaçlanan aynı sahnenin verilen DÇ imgeden (Y), hasar görmüş veya bozulmuş YÇ imgenin (X) elde edilmesini sağlamaktır. Buna göre SÇ genel olarak Denklem (1)'deki gibi modellenilebilir.

$$Y = DLX + v \quad (1)$$

Burada; D alt örnekleme, L bulanıklaştırma operatörleri, v toplam gürültüyü ve X istenen yüksek çözünürlüklü SÇ'yi tanımlamaktadır.

Kötü konumlanma, imgenin onarımı veya iyileştirmenin doğasında var olduğundan l_2 norm aslına uygunluk sınırlamaları nedeni ile Denklem (1)'deki çözümü genellikle $\hat{x} = \arg \min_x \|y - DHx\|_2^2$ tek çözüm değildir. En iyi çözümü

bulmak için, öncelikle imgenin onarımını düzenlemek için doğal imgenin ön bilgisi kullanılır. En yaygın kullanılan düzenleme modellerinden biri Toplam Varyasyon (TV) modeli Denklem (2) ile ifade edilebilir.

$$\hat{x} = \arg \min_x \left\{ \|y - DHx\|_2^2 + \lambda \cdot |\nabla x|_1 \right\} \quad (2)$$

$|\nabla x|_1$ l_1 norm olarak ifade edilir, x 'in birinci derece türevinden elde edilmekte olup λ ise bir sabittir. TV modeli parçalı sabit imge yapılarını modellenmesinde tercih edildiğinden imgenin ince ayrıntılarını düzeltme imkânı da sağlamaktadır [8, 10,11].

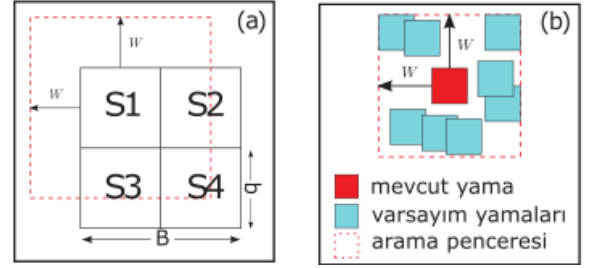
Seyrek modellemedeki önemli konulardan biri de sözlüğünün belirlenmesidir. Son zamanlarda imge yamalarındaki öğrenme sözlükleri ile birçok çalışma yapılmaktadır [9,12]. Örnek imge yamalarından dayalı öğrenme sözlükleri imgenin gürültüden ayrıştırılmasını ve onarılmasını sağlayan teknolojilerin geliştirilmesinde başarılı pek çok çalışma yapılmıştır [12, 13]. Birçok sözlük öğrenme yöntemi, öğrenme konusunda çeşitli imge yapıları için kapsamlı sözlük yapıları sunmaktadır.

Son zamanlarda sözlük öğrenme tabanlı seyrek imge yöntemi büyük önem kazanmıştır [13]. Bunun temel sebebi yöntemin imgelerin yapısal özelliklerine kolayca adapte olabilme yeteneğine bağlanmaktadır. Seyreklik gösterimde temel varsayım herhangi bir sinyalin Y seyreltik bir biçimde belirli bir sözlük matrisinin D az sayıda sütunları kullanılarak oluşturulması temeline dayanmaktadır [14].

III. ÖNERİLEN YÖNTEM

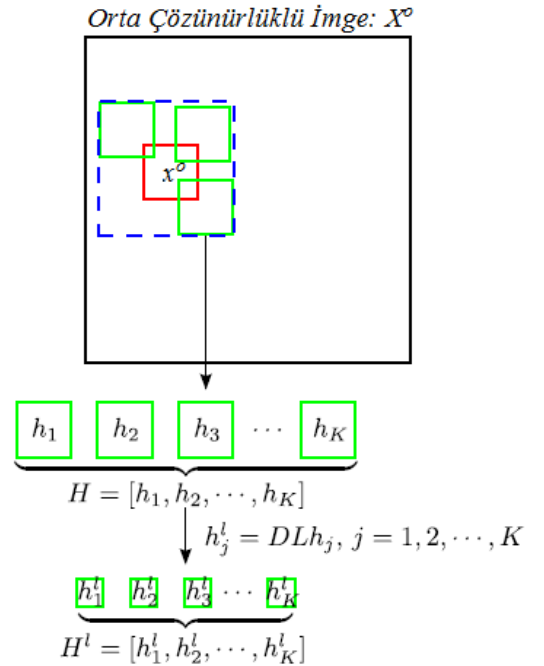
Önerilen yöntem [7]'deki seyrek temsil ile SÇ çalışması referans alınarak imgede çoklu yamaların oluşturulması ve bu yamaların tahminine dayanmaktadır. Verilen DÇ tek imgenin boyutu $N \times N$ ve ölçek faktörü (s) dikkate alınarak $sN \times sN$ boyutunda YÇ (X) imgenin elde edilmesi için ilk olarak bicubic interpolasyon $sN \times sN$ boyutunda büyütülür. Bu

interpolasyon ile X^o olarak gösterilen orta çözünürlüklü imge elde edilir. Ardından DÇ (Y) imgesi, Şekil 2.1.a'daki gibi $B \times B$ boyutunda örtüşmeyen yamalara bölünür. Her DÇ yama (y), DÇ imgedeki aynı uzamsal konumda X^o imgesindeki $sB \times sB$ boyutlarındaki yamalar ile karşılaştırılır. Şekil 2.1.b'de görüldüğü gibi X^o 'daki orta ölçekli her x^o için birçok yama, X^o 'daki arama penceresindeki mevcut yamayı çevreleyen yeni varsayım yamaları oluşturulur.



Şekil 1. (a) $B \times B$ bloklarında, $b \times b$ alt bloklarda örtüşmeyen yamaların üretimi (b) X^o 'daki arama penceresindeki mevcut yamayı çevreleyen yeni varsayım yamalarının oluşturulması [15]

Arama penceresindeki tüm yamalar çıkarılır ve $s^2 B^2 \times K$ boyutundaki H varsayım matrisinin kolonları olarak yerleştirilir. Burada K varsayım katsayısı, H ise x^o yamaları için tüm tahminleri içermektedir. Bu varsayımlara dayalı olarak H'nin oluşturulması Şekil 2'de görülmektedir.



Şekil 2. Bir arama penceresinde varsayım yamaları oluşturma [16]

H matrisinin oluşturulması ile aynı zamanda $sB \times sB$ varsayım yamaları, $B \times B$ boyutlarındaki yamalar s faktörü kullanılarak alt örneklemlenir ve bulanıklaştırılır. Tüm alt örneklem varsayım yamaları, ilgili DÇ (y) yama için $B^2 \times K$ boyutundaki H^l varsayım matrisi kolonları olarak toplanır.

Mümkün olabilecek en yakın y tahmini Denklem (3) yardımı ile bulunabilir;

$$\hat{w} = \arg \min_w \|y - H^T w\|_2^2 \quad (3)$$

Burada w , H^T 'daki varsayımların tüm ağırlıklarını tutan bir kolon vektörüdür. Ancak Denklem (3)'teki en küçük karelerin ($B^2 \neq K$) oluşturduğu kötü konumlandırma sorunun çözümü için [17] 'deki Tikhonov düzenleme ile bu durumun giderilmesi sağlanmıştır. Buna göre Denklem (3) aşağıdaki gibi yeniden düzenlenebilir;

$$\hat{w} = \arg \min_w \|y - H^T w\|_2^2 + \lambda \text{tik} \|\Gamma w\|_2^2 \quad (4)$$

Burada Γ Tikhonov matrisini ve λtik ise düzenleme parametrelerini tanımlamaktadır. Denklem (4) ile hesaplanan ağırlıklar ($\hat{w}$) ile tahmin edilecek YÇ imgedeki yamalar ($\hat{x}$) Denklem (5) ile hesaplanır;

$$\hat{x} = H\hat{w} \quad (5)$$

Bu yamalar ile varsayım oluşturma ile tıpkı Denklem (1) olduğu gibi YÇ imge elde edilmesi amacıyla Denklem (6) yazılarak SÇ oluşturulur.

$$X^* = \arg \min_x \|DLX - Y\|_2^2 + \lambda' \|X - \hat{X}\|_2^2 \quad (6)$$

IV. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu bölümde önerilen yöntemin başarımını test etmek amacıyla 1000-imge veri setine [18] ait Şekil 3'de görülen renkli imgeler ile Dong ve diğerlerinin [19] çalışmalarında yer alan Şekil 4'teki gri imgeler kullanılmıştır.



Şekil 3. 1000- imge veri setine ait bazı örnek imgeler [18]

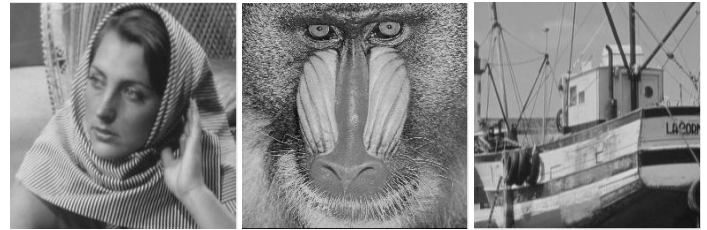
Deneysel çalışmalarda, 256×256 boyutlarındaki DÇ imgeler ölçek faktörü ($s=2$) kullanılarak renkli ve gri imgeler 512×512 boyutlarında büyütülmüştür. Çoklu varsayım tahmini SÇ oluşturma için 4×4 boyutlarında sabit yamalar

kullanılmıştır. Tablo 1'de renkli imgelere ve Tablo 2'de gri imgelere ait PSNR ve SSİM sonuçları yer almaktadır.

Tablo 1. 1000- imge veri setine ait bazı örnek imgeler ait PSNR ve SSİM sonuçları

İmge No	PSNR (dB)	SSİM
1	27,1025	0,91602
2	29,5823	0,92711
3	25,9227	0,91225
4	27,2348	0,93418
5	30,5905	0,96476
6	23,6564	0,91931

Tablo 1'deki imgeler, 1000-imge veri setinden rastgele seçilmiş ve imgeler veri seti tarafından isimlendirilmediğinden her bir imge numaralandırılmıştır. Tablo 1'de görüldüğü üzere SSİM değerlerinin 0,90 değerinin üzerinde olması çalışmanın kabul edilebilirliğini göstermektedir.



Şekil 4. ASAS ve AD çalışmasına ait bazı örnek imgeler [19]

Tablo 2. 1000- imge veri setine ait bazı örnek imgeler ait PSNR ve SSİM sonuçları

İmge Adı	Önerilen Yöntem		ASAS ve AD [19]	
	PSNR (dB)	SSİM	PSNR (dB)	SSİM
Barbara	29,42	0,8685	27,70	0,8192
Baboon	29,84	0,8017	21,62	0,5765
Boats	29,94	0,9062	30,76	0,8670
Cameraman	27,15	0,9046	28,00	0,8605
Pentagon	26,76	0,8463	26,46	0,7539
Straw	24,12	0,7733	22,67	0,6651

Şekil 4'teki imgeler ait deneysel çalışma sonuçları Tablo 2'de görülmektedir. Aynı imgeler kullanılarak yapılan Adaptif Seyrek Alan Seçimi (ASAS) ve Adaptif Düzenleştirme (AD) yöntemleri [19] ile karşılaştırılmıştır. ASAS ve AD yöntemleri bir çok çalışma yapılmış olup bu çalışmalarda elde edilen en iyi

başarımlara Tablo 2’de yer almaktadır. Deneysel çalışma sonuçları incelendiğinde Boats ve Cameraman imgelerinde PSNR değerleri hariç diğer imgelere ait önerilen yöntemin PSNR ve SSIM başarımlarının daha iyi olduğu görülmektedir.

V. SONUÇLAR

Bu çalışmada, çoklu varsayım tahminine dayalı tek giriş imgesi ile süper çözünürlük oluşturma için bir yöntem önerilmiştir. Yöntem imgeye ait yamalar arasındaki mevcut özbenzerlikleri kullanmaktadır. Yöntemin başarımlarını değerlendirmesi için hem renkli hem gri seviye imgeler kullanılmıştır. Özellikle gri seviyeli imgelerin kullanıldığı çalışma sonuçları ile karşılaştırıldığında önerilen yöntemin önemli bir başarımlar sağladığı görülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Yang, J., & Huang, T. (2010). Image super-resolution: Historical overview and future challenges. *Super-resolution imaging*.
- [2] Park, S. C., Park, M. K., & Kang, M. G. (2003). Super-resolution image reconstruction: a technical overview. *Signal Processing Magazine, IEEE*, 20(3), 21-36.
- [3] Farsiu, S., Robinson, D., Elad, M., & Milanfar, P. (2004). Advances and challenges in süper-resolution. *International Journal of Imaging Systems and Technology*, 14(2), 47-57.
- [4] Çetin, K., ve Ari, F. (2012, Nisan.) Video görüntüleri süper çözünürlüklü görüntü inşaat blok eşleme tekniği dayalı. In *Sinyal İşleme ve İletişim Uygulamaları Konferansı (SIU)*, 2012 20 (s. 1-4). IEEE.
- [5] Tsai, R. Y., & Huang, T. S. (1984). Multiframe image restoration and registration. *Advances in computer vision and Image Processing*, 1(2), 317-339.
- [6] Glasner, D., Bagon, S., & Irani, M. (2009, September). Super-resolution from a single image. In *2009 IEEE 12th International Conference on Computer Vision* (pp. 349-356). IEEE.
- [7] Yang, J., Wright, J., Huang, T. S., & Ma, Y. (2010). Image super-resolution via sparse representation. *IEEE transactions on image processing*, 19(11), 2861-2873.
- [8] Dai, S., Han, M., Xu, W., Wu, Y., & Gong, Y. (2007, June). Soft edge smoothness prior for alpha channel super resolution. In *2007 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition* (pp. 1-8). IEEE.
- [9] Sun, J., Xu, Z., & Shum, H. Y. (2008, June). Image super-resolution using gradient profile prior. In *Computer Vision and Pattern Recognition, 2008. CVPR 2008. IEEE Conference on* (pp. 1-8). IEEE.
- [10] Babacan, S. D., Molina, R., & Katsaggelos, A. K. (2008, October). Total variation super resolution using a variational approach. In *Image Processing, 2008. ICIP 2008. 15th IEEE International Conference on* (pp. 641-644). IEEE.
- [11] Tropp, J. A., & Wright, S. J. (2010). Computational methods for sparse solution of linear inverse problems. *Proceedings of the IEEE*, 98(6), 948-958.
- [12] Elad, M., Figueiredo, M. A., & Ma, Y. (2010). On the role of sparse and redundant representations in image processing. *Proceedings of the IEEE*, 98(6), 972-982.
- [13] Elad, M., & Aharon, M. (2006). Image denoising via sparse and redundant representations over learned dictionaries. *Image Processing, IEEE Transactions on*, 15(12), 3736-3745.
- [14] Nazzari, M., & Ozkaramanli, H. (2012, April). Single image super resolution using sparsity and dictionary learning in wavelet domain. In *Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*, 2012 20th (pp. 1-4). IEEE.
- [15] Chen, C., Tramel, E. W., & Fowler, J. E. (2011, November). Compressed-sensing recovery of images and video using multihypothesis predictions. In *2011 conference record of the forty fifth asilomar conference on signals, systems and computers (ASIOMAR)* (pp. 1193-1198). IEEE.
- [16] Chen, C., & Fowler, J. E. (2012, November). Single-image super-resolution using multihypothesis prediction. In *2012 Conference Record of the Forty Sixth Asilomar Conference on Signals, Systems and Computers (ASIOMAR)* (pp. 608-612). IEEE.
- [17] Tikhonov, A. N., & Arsenin, V. Y. (1977). Solutions of ill-posed problems.
- [18] <https://www.flickr.com/>
- [19] Dong, W., Zhang, L., Shi, G., & Wu, X. (2011). Image deblurring and super-resolution by adaptive sparse domain selection and adaptive regularization. *IEEE Transactions on Image Processing*, 20(7), 1838-1857.

Zaman Serileri İçin Bir Harmonik Analiz Yaklaşımı

Rıdvan Fırat Çınar, Aşkın Demirkol
Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü
Sakarya Üniversitesi
Sakarya, Türkiye
ridvan.cinar@ogr.sakarya.edu.tr
askind@sakarya.edu.tr

Oğuz Türkay
Turizm İşletme Bölümü
Sakarya Üniversitesi
Sakarya, Türkiye
turkay@sakarya.edu.tr

Özetçe—Rassal süreçler olarak zaman serilerinin davranışlarının frekans uzayında incelenmesi, süreç hakkında daha net bilgi sağlayabilmektedir. Bu nedenle periyodik olmayan güç işareti özelliğindeki zaman serilerinin incelenmesi daima önemli olmuştur. Bu çalışmada bunu sağlamak üzere harmonik analiz yaklaşımından yararlanılmıştır. Durağan zaman serisi Fourier serisi formunda ifade edilerek frekans analizine ulaşılmıştır. Rassal süreçler olarak zaman serilerinin davranışlarının frekans uzayında incelenmesi, süreç hakkında daha net bilgi sağlayabilmektedir. Bu nedenle periyodik olmayan güç işareti özelliğindeki zaman serilerinin incelenmesi daima önemli olmuştur. Bu çalışmada bunu sağlamak üzere harmonik analiz yaklaşımından yararlanılmıştır. Durağan zaman serisi Fourier serisi formunda ifade edilerek frekans analizine ulaşılmıştır.

Abstract—The spectrum domain of a time series can provide more effective information about the random process. Therefore, the analysis of aperiodic power signals is quite meaningful. In this paper, an harmonic approach is considered to reach the spectrum of the stationary time series.

Index Terms— zaman serileri, rassal süreçler, harmonik analiz, Fourier serisi.

I. GİRİŞ

Güç işaretleri olarak periyodik ve de durağan işaretler üzerine kurulu olan Fourier serisinin genel görünümü aşağıdaki gibidir.

$$y(t) = A_0 + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos(2\pi f_0 n t + \theta_n) + B_n \sin(2\pi f_0 n t + \theta_n) \quad (1)$$

Aynı denklem aşağıdaki kabullerin ışığında daha kısa olarak ifade edilebilir

$$A_n \cos 2\pi f_0 n t + B_n \sin 2\pi f_0 n t = C_n \cos(2\pi f_0 n t + \theta_n) \quad (2)$$

$$A_n \cos(2\pi f_0 n t + \theta_n) = C_n \cos \theta_n \cos 2\pi f_0 n t - C_n \sin \theta_n \sin 2\pi f_0 n t \quad (3)$$

$$A_n = C_n \cos \theta_n$$

$$B_n = -C_n \sin \theta_n \quad (4)$$

ve;

$$C_n = \sqrt{a_n^2 + b_n^2} = |C_n| \quad (5)$$

$$C_0 = A_0 \quad (6)$$

$$\theta_n = \tan^{-1} \left(\frac{-B_n}{A_n} \right) \quad (7)$$

$$y(t) = C_0 + \sum_{n=1}^{\infty} C_n \cos(2\pi f_0 n t + \theta_n) \quad (8)$$

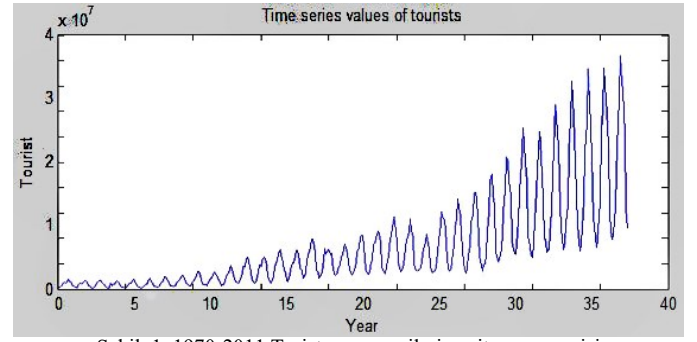
Temel frekans f_0 olmak üzere serinin C_n katsayılarının hesaplanmasıyla işaretin Fourier serisine açılımı, dolayısıyla periyodik işaretin spektrum analizi gerçekleşmiş olmaktadır. Bundan yararlanarak rassal bir sürecin herhangi bir zaman aralığındaki bölümünü içeren bir zaman serisinin spektrum analizinin Fourier serisi yaklaşımıyla ele alınmasına çalışılacaktır.

II. ZAMAN SERİSİNİN HARMONİK ANALİZİ

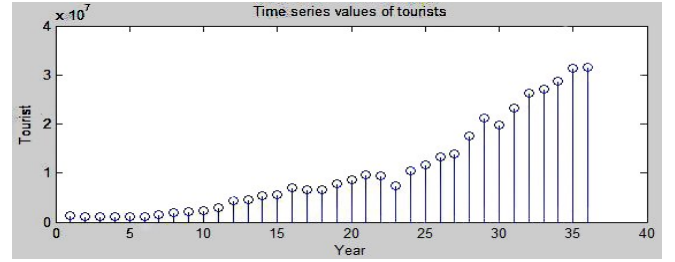
Bu çalışmada Türkiye'ye 1970 den 2011'e değin olan sürede gelen turist sayılarını gösteren bir zaman serisi göz önüne alınmıştır [7]. Zaman serisinin çeşitli biçimleri aşağıdaki şekillerde verilmiştir.

Turizm verileri	
Yıl	T. Sayısı
1977	1313240
1978	1194310
1979	1101977
1980	1057364
1981	1158125
1982	1148363
1983	1506557
1984	1855337
1985	2190217
1986	2397282
1987	2906065
1988	4265197
1989	4516077
1990	5397748
1991	5552963
1992	7104065
1993	6525202
1994	6695705
1995	7747389
1996	8538864
1997	9725349
1998	9431280
1999	7487365
2000	10428153
2001	11619909
2002	13248176
2003	13956405
2004	17548384
2005	21124886
2006	19819833
2007	23340911
2008	26336677
2009	27077114
2010	28632204
2011	31456076
2012	31663000

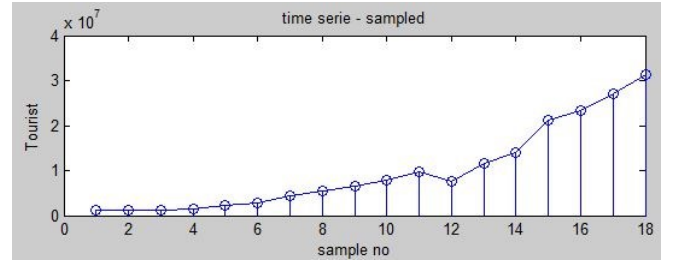
Tablo. 1. 1977-2012 Türkiye'ye giriş yapan yabancı turist sayısına ait veriler



Şekil. 1. 1970-2011 Turist sayısı verilerine ait zaman serisi



Şekil. 2. Yıllık periyotlarla örneklenmiş ayrık zaman serisi



Şekil. 3. 2 yıllık periyotlarla örneklenmiş ayrık zaman serisi

Dikkate alınan zaman serisinin ortalaması ve oto korelasyon fonksiyonu zamanla değişmeyen durağan bir seri olduğu varsayılmıştır[8],[9].

$$E(Y_t) = \text{sabit} \quad , \quad E(Y_t Y_{t+k}) = \text{sabit}$$

N gözlem sayısını ifade etmek üzere trigonometrik terimlerden oluşan Fourier serisi $N/2$ adet harmoniğe ihtiyaç duyar. Gözlem sayısı $N_0 = 36$, gözlem aralığı, $\Delta t = 1$ yıl ise periyodu, $T = N\Delta t = 36$ yıl olmak üzere :

$$\left. \begin{aligned} y(t) &= C_0 + \sum_{n=1}^{N/2} C_n \cos(2\pi f_0 n t) = \\ C_0 + \sum_{n=1}^{N/2} C_n \cos(2\pi \frac{1}{T} n t) &= C_0 + \sum_{n=1}^{N/2} C_n \cos(\frac{2\pi}{T} n t) \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Mevcut N gözlemi $t = k\Delta t$ için örneklenirse,

$$\left. \begin{aligned}
 y(kT) &= C_0 + \sum_{n=1}^{N/2} C_n \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} nt\right) = \\
 &= C_0 + \sum_{n=1}^{N/2} C_n \cos\left(\frac{2\pi}{T} nk\Delta t\right) = \\
 &= C_0 + \sum_{n=1}^{N/2} C_n \cos\left(\frac{2\pi}{T} n \frac{T}{N} k\right) \\
 &= C_0 + \sum_{n=1}^{N/2} C_n \cos\left(2\pi \frac{n}{N} k\right)
 \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

$$\left. \begin{aligned}
 y(kT) &= y(k) = C_0 + \sum_{n=1}^{N/2} C_n \cos\left(2\pi \frac{n}{N} k\right) = \\
 &= \sum_{n=0}^{(N/2)-1} C_n \cos\left(2\pi \frac{n}{N} k\right)
 \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

Buradan, $k = 0, 1, 2, \dots$ için ifade düzenlenebilir.

$$y(k) = \sum_{n=0}^{(N/2)-1} C_n \cos\left(2\pi \frac{n}{N} k\right) \quad (12)$$

$$= C_0 \cos\left(2\pi \frac{0}{N} k\right) + C_1 \cos\left(2\pi \frac{1}{N} k\right) + \dots \quad ; \left(2\pi \frac{N/2}{N} k\right) \quad (20)$$

$$x_{nk} = \cos\left(2\pi \frac{n}{N} k\right) \quad (13)$$

$$y(k) = \sum_{n=0}^{(N/2)-1} C_n x_{nk} = C_0 x_{0k} + C_1 x_{1k} + \dots \quad (14)$$

Buradan $k = 0, 1, 2, \dots$ için 17 tane doğrusal denklem yazılarak çözüme gidilir.

$$\begin{aligned}
 y(0) &= C_0 x_{00} + C_1 x_{10} + C_2 x_{20} + \dots \\
 y(1) &= C_0 x_{01} + C_1 x_{11} + C_2 x_{21} + \dots \\
 y(2) &= C_0 x_{02} + C_1 x_{12} + C_2 x_{22} + \dots \\
 &\vdots \\
 y(17) &= C_0 x_{017} + C_1 x_{117} + C_2 x_{217} + \dots
 \end{aligned} \quad (15)$$

$$\begin{bmatrix} y(0) \\ y(1) \\ y(2) \\ \vdots \\ y(17) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_{00} & x_{10} & x_{20} & \dots \\ x_{01} & x_{11} & x_{21} & \dots \\ x_{02} & x_{12} & x_{22} & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{017} & x_{117} & x_{217} & \dots \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C_0 \\ C_1 \\ C_2 \\ \vdots \\ C_{17} \end{bmatrix} \quad (16)$$

$$\mathbf{Y} = \mathbf{XC} \rightarrow \mathbf{C} = \mathbf{XY}^{-1} \quad (17)$$

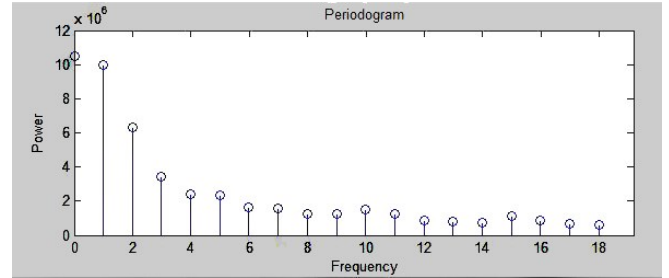
Model çok değişkenli regresyon tipinde olduğundan, olası tüm değişkenlerin etkilerinin dikkate alındığı düşünülerek hata değeri minimum veya sıfır olarak kabul edilmiştir. Bulunan çözüme alternatif olarak $y(k)$ Fourier serisi üzerinden gidilseydi çözüm $k = 0, 1, 2, \dots$ için aşağıdaki gibi bulunabilirdi.

(18)

(19)

Buradan elde edilen C_0 ve C_k Fourier serisi olarak verilen $y(k)$ ifadesinde yerine yazılarak zaman serisinin spektrum (izge) davranışına ulaşılmış olunur. Bu yolla çoklu regresyon örneğine benzer olarak zaman serisinin gelecekteki davranışlarına dair spektrum analizleri mümkündür.

Aşağıda ele alınan zaman serisinin frekans davranışını gösteren MatLab destekli grafikler verilmiştir.



Şekil. 4. Zaman serisinin frekans davranışı

III. SONUÇLAR

Rassal bir süreçte karşılaşılan durağan bir zaman serisinin spektrum davranışı harmonik bir yaklaşımla ele alınmıştır. Frekans analizine ulaşılan zaman serisinin davranışıyla seri hakkında daha fazla detaya ulaşılması mümkün olmuştur. Bu yolla aynı zamanda serinin spektrum güç yoğunluğu da araştırılabilir. Ele alınan Turizm verilerini içeren zaman serisinin analizinde hem ele alınan dönemle ilgili olarak hem de geleceğe yönelik çeşitli projeksiyonları mümkündür.

REFERENCES

- [1] Bloomfield, Peter, Fourier Analysis of Time Series, A Wiley-Interscience Publication, New York, (1976).
- [2] Stoica, P., Randolph L. M.; "Spectral Analysis Of Signals", Prentice Hall, New Jersey, 1997.
- [3] M. B. Priestley. Spectral analysis and time series. Academic Press, London, 1981.
- [4] Broersen P. M. T., Automatic spectral analysis with time series models, IEEE International Workshop on Intelligent Signal Processing, 24-25 May, 2001, Budapest, Hungary.
- [5] Steven M. Kay, Fundamentals of Statistical Signal Processing: Detection theory; Prentice-Hall PTR, 1998.
- [6] Michael Jachan, Gerald Matz, and Franz Hlawatsch, Time-Frequency-Autogressive Random Processes: Modeling And Fast Parameter Estimation, Acoustics, Speech, and Signal Processing, 2003. Proceedings. (ICASSP '03). 2003 IEEE International Conference on 6-10 April 2003.
- [7] Türkiye İstatistik kurumu dinamik veri tabanı http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt_id=51 , Ocak 2013.

Yapay Sinir Ağı Tabanlı EMG Sinyallerin Sınıflandırılması

EMG Signal Classification Based on Artificial Neural Network

Furkan AYAZ¹

Mühendislik Fakültesi

Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

İnönü Üniversitesi

Malatya, Türkiye

furkanayaz44@gmail.com

Ali ARI²

Sürgü Meslek Yüksekokulu

Bilgisayar Teknolojileri Bölümü

İnönü Üniversitesi

Malatya, Türkiye

ali.ari@inonu.edu.tr

Davut HANBAY¹

Mühendislik Fakültesi

Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

İnönü Üniversitesi

Malatya, Türkiye

davut.hanbay@inonu.edu.tr

Özetçe—İnsan vücudundaki kaslardan elektrotlar yardımıyla alınan Elektromiyografi (EMG) sinyalleri kas hastalıkları teşhisinde, tedavisinde ve biyomedikal alanlarında yapılan çalışmalarda etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Bu çalışmada ön koldaki kaslardan alınan EMG sinyalleri ile 6 farklı hareketin tespiti amaçlanmıştır. İlk olarak EMG işaretleri Kısa Süreli Fourier Dönüşümü (KSFD) kullanılarak zaman-frekans (T-F) alanına dönüştürülmüştür. Oluşan T-F görüntülerinden öznelik çıkarmak amacıyla Eş Oluşum Yönlü Gradyan Histogramı (CoHOG) ve Hessian Matrisinin Özdeğerlerini kullanan Eig(Hess)-CoHOG algoritması kullanılmıştır. EMG sinyallerinden elde edilen öznelikler çok katmanlı Yapay Sinir Ağı (YSA) kullanılarak eğitilmiş ve test aşamasında %93.9 doğruluk elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler— EMG sinyalleri, Hareket tanıma, Sınıflandırma.

Abstract— Electromyogram (EMG) signals recorded from the muscles of body of human are widely used in the diagnosis and treatment of muscular diseases as well as in the biomedical studies. The objective of this study was to identify six different hand gestures or movements from the

EMG recorded from fore-arm muscles. The procedure involves transformation of time domain EMG signal into time-frequency (T-F) domain using Short term Fourier Transform (STFT). In order to derive some features from the T-F domain signal, Co-occurrence of the histograms of oriented gradients (CoHOG) and Eig(Hess)-CoHOG that uses Hessian Matrix eigen values were used. The features that obtained from EMG signals were evaluated through a Multilayer Artificial Neural Network (ANN), and in this way the signals were classified with %93.9 accuracy.

Index Terms—EMG signals, Hand motion detection, Classification.

1. GİRİŞ

EMG; sinirleri etkileyen hastalıklarda tanı koymak, işlevsel bozuklukları ya da yapısal hasarların şiddetini belirlemek, hastalık sürecini izlemek ve uygulanan tedavinin etkisini değerlendirmek için başvurulan bir yöntemdir[1]. EMG işaretleri, vücuttan özel elektrotlar yardımıyla alınır. Biyoelektrik işaretlerin anlamlı kullanılabilmesi için öncelikle amaca yönelik sinyallerin toplanması gerekir. Bu durumdan dolayı uygun elektrot seçimi ve elektrot sayısı ile anatomik olarak elektrotların hangi noktalara yerleştirileceği büyük önem taşımaktadır. EMG sinyallerinin genlikleri düşük olduğu için

dışarıdan etki eden gürültülerden çabuk etkilenebilmektedir. Bundan dolayı EMG sinyalleri ile çalışılırken gürültü faktörü göz ardı edilmemeli, ham sinyal gürültüden arındırılarak sonraki işlemlere hazır hale getirilmelidir. Biyomedikal alanında farklı araştırmalar için kullanılan EMG işaretleri son zamanlarda aktif çalışma konuları arasında yer almaktadır. Bu alanlardan bazıları şunlardır; fiziksel hareketlerinin sınıflandırılması, hastalık ve duygu tespiti, protez kontrolü, klinik tıp ve spor bilimi uygulamalarını içermektedir. EMG işaretlerinin bilgisayar destekli sınıflandırılması son yıllarda popüler bir çalışma alanı haline gelmiş ve bu alanda kapsamlı araştırmalar yapılarak çeşitli yaklaşımlar sunulmuştur. Bu çalışmalardan, [2] nolu çalışmada insan kolunda bulunan kaslardaki elektriksel aktiviteler ölçülerek mobil robotun yön ve hız kontrolü amaçlanmıştır. Bu amaçla her bir hareketin kaslarda oluşturduğu gerilim değerleri hesaplanarak yapılmak istenen hareketler tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda mobil robotun hız kontrolü ve robotun sağa ve sola dönüşleri başarılı bir şekilde sağlanmıştır. [3] nolu çalışmada neuropathy kas hastalığının teşhisi için, 59 hastanın 3 farklı kas lifinden alınan EMG sinyallerine Hızlı Fourier Dönüşümü (HFD) analizi uygulanmıştır. HFD katsayıları geri yayımlı yapay sinir ağıyla eğitilmiş ve neuropathy hastasına ve normal kişiye ait EMG sinyalleri %97 doğrulukla sınıflandırılmıştır. [4] nolu çalışmada protez el kontrolü için ön kol kaslarından alınan altı farklı temel harekete ait EMG işaretlerinin sınıflandırılması amaçlanmıştır. Bu nedenle ham EMG sinyallerinden Markov Modeli ve Dalgacık Dönüşümü yardımı ile öznitelikler çıkartılmıştır. Daha sonra edinilen öznitelik vektörlerine farklı makine öğrenmesi algoritmaları uygulanarak sınıflandırma performansları kıyaslanmıştır. Yapılan kıyaslamalar sonucunda en yüksek doğruluk %93.78 ile K-en yakın komşu (k-NN) sınıflayıcısı temelli IBK algoritmasıyla elde etmişlerdir. [5] nolu çalışmada, 4 farklı bireyin iki saldırgan hareketine (diz atma ve tokat atma) ait EMG kayıtlarının sınıflandırılması amaçlanmıştır. Sekiz kanal ile alınan EMG kayıtlarının, güç spektral yoğunluk (PSD) haritası çıkarılmıştır. Elde edilen PSD haritalarına belirli istatistiksel

yöntemler uygulanarak harekete ait EMG işaretlerinden öznitelik vektörleri elde edilmiştir. Sınıflandırıcı olarak k-NN sınıflandırıcı kullanılmıştır. Farklı k değerlerine (k= 7, 9, 10) göre sınıflandırma sonuçları hesaplanmıştır. en yüksek doğruluk oranı %97.92 olarak hesaplanmıştır. [6] nolu çalışmada belirli yüz hareketlerini tespit etmek amacıyla 10 adet sağlıklı erkek bireyin yüzlerine takılan 14 elektrot ile EMG işaretleri alınmıştır. Alınan sinyallere yaklaşık entropi (ApEn), örnek entropi (SampEn), bulanık entropi (FuzzyEn), dalgacık entropi (WE) ve dalgacık paket entropi (WPE) yöntemleri uygulanarak öznitelik vektörleri çıkarılmıştır. Çıkarılan bu öznitelikler doğrusal ayırıştırma analiziyle (LDA) sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma karesel ortalama hatalar yardımıyla karşılaştırılmıştır. Dalgacık ve dalgacık paket entropi ile elde edilen karesel ortalama hataları, sınıflandırma oranı için istenilen düzeyde bulunmuştur. [7] nolu çalışmada altı önkol hareketini sınıflandırmak için bir yöntem önerilmiştir. Bu yöntemde EMG sinyallerinden öznitelik çıkarabilmek için etkin değer, varyans, dalgacık tabanlı entropi ve sıfır geçiş oranı yöntemleri kullanılmıştır. EMG sinyallerinden elde edilen öznitelikleri sınıflandırmak için istatistiksel tabanlı sınıflandırıcılar kullanılarak bunların performansları karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmalar sonucunda doğrusal ayırma analizi (DAA) sınıflandırıcısı ile ortalama %94.68 oranında doğruluk oranı hesaplamışlardır.

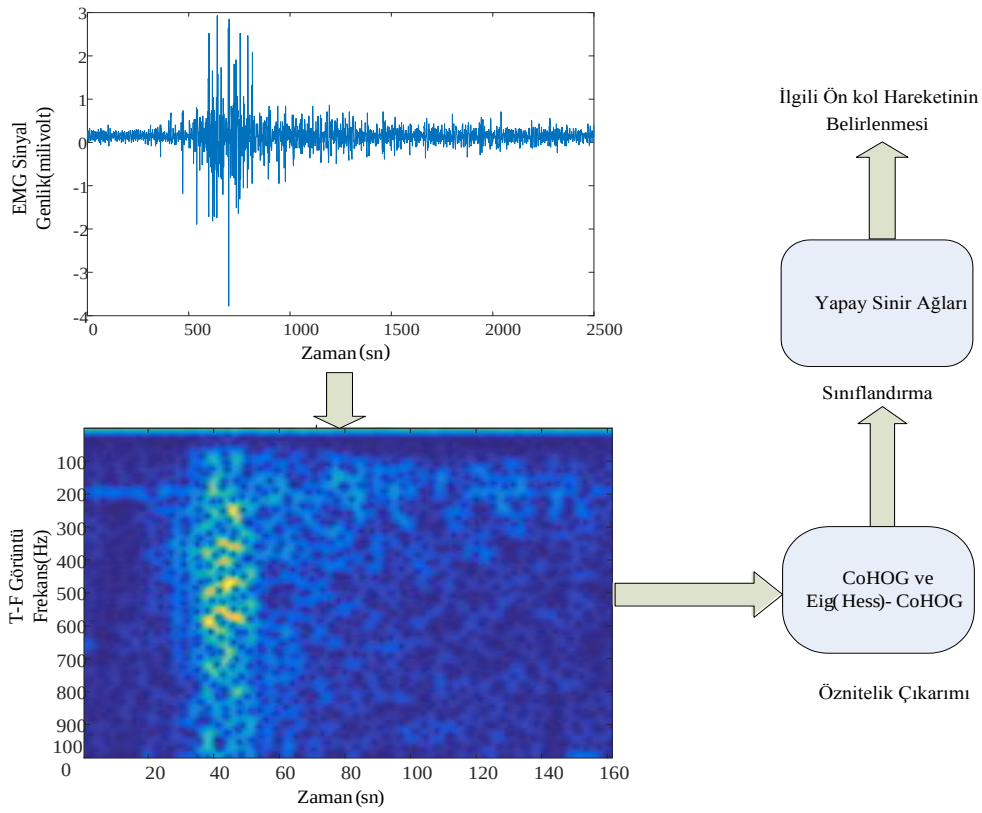
Bu çalışmada ön koldaki kaslardan alınan EMG sinyalleri ile 6 farklı hareketin sınıflandırılması amaçlanmıştır. İlk olarak EMG işaretleri Kısa Süreli Fourier Dönüşümü (KSFD) kullanılarak zaman-frekans (T-F) domainine dönüştürülmüştür. Oluşan T-F görüntülerinden öznitelik çıkarmak amacıyla Eş Oluşum Yönlü Gradyan Histogramı (CoHOG) ve Hessian Matrisinin Özdeğerleri Eig(Hess)-CoHOG yöntemleri uygulanmıştır. EMG sinyallerinden elde edilen öznitelikler çok katmanlı Yapay Sinir Ağı (YSA) kullanılarak eğitilmiş ve test aşamasında %93.9 doğruluk elde edilmiştir.

2.ÖNERİLEN YÖNTEM

Bu çalışmada, EMG sinyallerinin Zaman-Frekans dönüşüm görüntülerinden CoHOG tabanlı öznitelik çıkarımı yapılmıştır.

Elde edilen öznitelikler çok katmanlı yapay sinir ağları (YSA) ile sınıflandırılmıştır. Önerilen sistemin akış diyagramı Şekil 1’de gösterilmiştir. T-F tabanlı özellikler EMG sinyalleri ile ilgili daha fazla bilgi içerir. Bu neden ile ilk olarak KSFD kullanılarak EMG sinyallerinin T-F gösterimleri elde edilmiştir. Elde edilen görüntüler 8 bitlik gri tonlanmış görüntüye dönüştürülmüştür. T-F görüntülerinin doku bilgisini karakterize etmek için iki farklı gradyan tabanlı algoritma kullanılmıştır. Önerilen çalışmada EMG sinyallerinden inşa edilen görüntülerin doku bilgisi ile karakterize edilmesi için iki farklı gradyan tabanlı algoritmadan faydalanılmıştır. Bu metotlar sırasıyla CoHOG ve Eig(Hess)-CoHOG’ dur. CoHOG

şekilleri tanımlamak ve objelerle ilgili özellik sağlamak için gradyan yönelimlerin belirli ofset değerleri ile gruplayan bir doku analiz yöntemidir. Eig(Hess)-CoHOG algoritması ise orijinal CoHOG algoritmasının güncel ve güçlü bir versiyonudur. Bu yöntemde gradyan hesaplamalarında birinci mertebe türev yerine Hessian matrisi ve öz değer hesaplamaları ile daha ayırt edici türevlerden faydalanılmıştır. Her bir T-F görüntüsü için özellik vektörü hem CoHOG hem de Eig(Hess)-CoHOG algoritmaları birlikte kullanılarak hesaplanabilmektedir [8].



Şekil 1. Önerilen sistemin akış diyagramı.

2.1. Spectrogram

Ayrık zamanlı bir $x[w]$ sinyalinin KSFD Denklem 1’deki gibi ifade edilir [9]:

$$X(n, w) = \sum_{m=-\infty}^{m=\infty} x[n]w[n-m]e^{-jwn} \quad (1)$$

Burada, Fourier dönüşümünden önce pencere fonksiyonu $v[m]$, n zamanda merkezlenir ve $x[w]$ sinyali ile çarpılır. Pencere fonksiyonu n zamana yakın sinyali görüntüler ve Fourier dönüşümü n ’nin lokal çevresinde bir tahmin olacaktır. KSFD bulmanın normal yolu sıfır merkezli ve birlik gücüne sahip belirli şekli olan sabit pozitif pencere $v[m]$

kullanılmaktadır. Elde edilen $X(n, w)$ sonucunun genlik karesi, spektrogramı olarak adlandırılıp Denklem 2'deki gibi formüle edilmektedir:

$$S(n, k) = |X(n, w)|^2 \quad (2)$$

Zamanla değişen ve durağan olmayan sinyaller için 2 numaralı denklem çok sık kullanılmaktadır.

2.2. CoHOG and Eig(Hess)-CoHOG Özellikleri

HOG algoritması yerel geçişlere dayalı doku tanımlayıcı olarak bilinmektedir [10]. HOG görüntüdeki gradyan yönelimlerinin dağılımını ana hatlarıyla ifade etmektedir. Ayrıca kolay deforme olabilen şekillere sahip dokulu nesnelerin sınıflandırılmasında güçlü yanıtlar vermektedir. Bir HOG özelliği her bir önemli noktadaki bir bloktan yerel olarak hesaplanır. Bir önemli nokta bloğun merkez hücrelerinin bir merkezidir. Her bir önemli noktanın komşu bölgesi farklı hücrelere ayrılmıştır. Bir histogram üzerindeki gradyan yönelimleri hücrenin tüm pikselleri üzerine inşa edilmiştir. Tüm hücrelerin histogram girişleri bütün önemli noktalar üzerindeki özellikleri oluşturur [11]. Basit bir boyutlu maske ([1; 0; 1]) gri tonlamalı görüntü üzerinde gradyan büyüklüğü hesaplamak için kullanılır:

$$\begin{aligned} f_x(x, y) &= I(x+1, y) - I(x-1, y) \quad \forall x, y \\ f_y(x, y) &= I(x, y+1) - I(x, y-1) \quad \forall x, y \end{aligned} \quad (3)$$

Denklem 3'te f_x ve f_y , x ve y bileşenleri üzerinde görüntü gradyanlarını belirtir. $I(x, y)$, (x, y) noktasındaki piksel yoğunluğudur. Gradyan büyüklükleri Denklem 4'te, gradyan yönelim bilgisi ise Denklem 5'teki gibi hesaplanır;

$$m(x, y) = \sqrt{f_x(x, y)^2 + f_y(x, y)^2} \quad (4)$$

$$\theta(x, y) = \tan^{-1} \left(\frac{f_y(x, y)}{f_x(x, y)} \right) \quad (5)$$

Orijinal HOG algoritmasında gradyan yönelimleri $(0 \sim 2\pi)$ aralığında sekiz farklı açı içinde etiketlenir. İlgili oryantasyon aralıkları yapılır ve oryantasyon büyüklüğü $m(x, y)$ her bir aralık üzerinde eş oluşum matrisi ile aynı hesaplama mantığı ile inşa edilir. Son olarak her bir açı aralığının oryantasyon histogramı ve uzaysal blokları Denklem 6 kullanılarak normalize edilir:

$$h'_{(i,j)} = \frac{h'_{(i,j)}}{\sqrt{|v|^2 + \varepsilon}} \quad (\varepsilon = 1) \quad (6)$$

Denklem 6'da v özellik vektörünü gösterir. $h'_{(i,j)}$ ise (i,j) noktasındaki hücrenin normalize edilmemiş histogramıdır. CoHOG özellikleri ise gradyan yönelimleri çiftlerinin 2 boyutlu histogramlarından elde edilen eş oluşum matrislerine bağlıdır [12, 13]. Komşu gradyan yönelimlerinin kombinasyonları sınıflandırma problemlerinde nesnelerin güvenilir özelliklerini hesaplamayı sağlamaktadır. Önerilen yöntemde gri tonlama resimler üzerinde CoHOG yöntemi ile de özellik hesaplaması yapılmıştır. CoHOG'da kullanılan eş-oluşum matrisi Denklem 7'de verilmiştir:

$$C_{i,j} = \sum_{p=0}^{n-1} \sum_{q=0}^{m-1} \begin{cases} 1 & \text{eger } I(p,q)=i \text{ ve } I(p+x,q+y)=j \\ 0 & \text{deg ilse} \end{cases} \quad (7)$$

Denklem 7'de I gradyan yönelimli resim, i ve j gradyan yönelimleri belirtir. x ve y sırasıyla yatay ve dikey yönelimler üzerindeki uzaklıkları gösterir. Gradyan yönelimleri 8 nolu denklem ile hesaplanır.

$$\theta = \arctan \frac{v}{h} \quad (8)$$

Denklem 8'de v ve h , uygun filtre kullanılarak elde edilen gradyanların yatay ve dikey bileşenleridir.

Eig(Hess)-CoHOG özelliği için, Hessian matrisi (H), ikinci dereceden kısmi türev olarak gri tonlama I görüntüsü için bir σ ölçeği için hesaplanır.

$$H_{\sigma}(x, y) = \begin{bmatrix} D_{xx} & D_{xy} \\ D_{yx} & D_{yy} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I * G_{xx} & I * G_{xy} \\ I * G_{yx} & I * G_{yy} \end{bmatrix} \quad (9)$$

Denklem 9'da $*$ operatörü konvolüsyon işlemidir. D_{xx} , D_{yy} ve D_{xy} sırasıyla görüntünün yatay, dikey ve diagonal yönlerdeki ikinci mertebe türev bilgilerini ifade etmektedir. G_{xx} , G_{yy} ve G_{xy} sırasıyla yatay, dikey ve diagonal türev filtrelerini ifade etmektedir.

Hessian matrisinin öz değerleri ve öz vektörleri görüntünün temel değişim yönlerini ve görüntü yüzeyinin eğrilik bilgilerini içermektedir. Denklem 10'da öz değer hesaplamasında kullanılan formül görülmektedir:

$$\lambda = \pm \sqrt{\frac{(I * G_{xx} - I * G_{yy})^2}{4} + (I * G_{xy})^2} + \frac{I * G_{xx} + I * G_{yy}}{2} \quad (10)$$

Denklem 10'da λ Hessian matrisinin öz değerleridir. Hessian matrisinin öz değer analizi doku analizi için çok önemlidir. [13] nolu çalışmada λ_1 ve λ_2 öz değerleri kullanılarak gradyan büyüklüğü ve yönelimleri hesaplanmıştır. Bundan dolayı, Eig-CoHOG özellikleri olan gradyan büyüklüğü ve yönelimleri 11 ve 12 deki denklemler ile hesaplanır:

$$I_{\theta \text{ gradyan}} = \sqrt{(\lambda_1)^2 + (\lambda_2)^2} \quad (11)$$

$$\theta = \arctan\left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\right) \quad (12)$$

2.3. Sınıflandırma

Yapay Sinir Ağları (YSA); insan sinir sisteminden esinlenerek geliştirilmiştir. İnsan beyninin paralel çalışma kapasitesi ve sinir hücreleri arasındaki ilişki yapay olarak modellenir. YSA mühendislik uygulamalarında geniş çapta kullanılmaktadır. Bunun önemli nedeni, klasik tekniklerle çözümü zor problemler için bir alternatif oluşturması ve doğrusal olmayan

problemleri çözebilir olmasıdır. Yapılan çalışmada, kaslardan alınan EMG işaretlerinin doğrusal olmayan özelliklere sahip olması nedeniyle sınıflandırmada YSA'nın kullanımı büyük önem taşımaktadır. Ayrıca YSA, güçlü öğrenme algoritmaları ile doğrusal olmayan problemleri çözebilmeleri, paralel işlem olanağı ve uygulamalarının kolaylığı işaret işleme alanında kullanımının popüler hale gelmesini sağlamıştır[3]. Bu çalışmada kullanılan YSA'nın özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

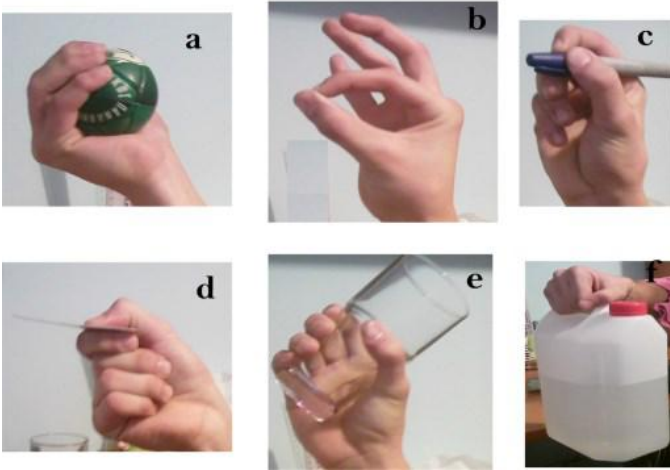
Yapay Sinir Ağının Yapısı	
Katmanların Sayısı	3
Katmanlardaki Nöron Sayısı	Giriş : 5624 Gizli : 20 Çıkış : 6
Başlangıç Ağırlıkları	Rastgele
Öğrenme algoritması	Levenberg-Marquart
Aktivasyon Fonksiyonu	Tanjant Sigmoid Lineer
Eğitim Parametreleri	
Eğitim Kuralı	Scaled Conjugate Gradient

Tablo 1. Kullanılan YSA'nın özellikleri

3. VERİ SETİ

Bu çalışmada kullanılan veri seti, deneklerin kendi iradeleriyle, belirlenen el hareketlerini yapmak için gerekli olan farklı öğeleri kavrayarak oluşturulan genel kullanıma açık olan bir veridir. Deneyler yapılırken hareketleri gerçekleştirme hızı ve uygulanacak olan güç denneğin iradesine bırakılmıştır. Ön kol üzerindeki extensor carpi radialis kasları üzerine konumlanmış elektrotlar ile EMG sinyalleri ölçümlenmiştir. Veri toplamak için 1 sağlıklı denek (erkek-22 yaşında) altı hareketi tekrarlaması istenilmiştir. Her bir hareket 3 gün üst üste 5 saniyelik süreler ile 100 kez tekrar edilmiştir. Bundan dolayı her bir hareketten toplamda 5 saniye uzunluğunda 300 EMG sinyali her bir kanal için kaydedilmiştir. Veriler de oluşabilecek gürültülerin engellenmesi için Butterworth bant geçiren filtre kullanılmıştır. 15Hz altındaki sinyaller

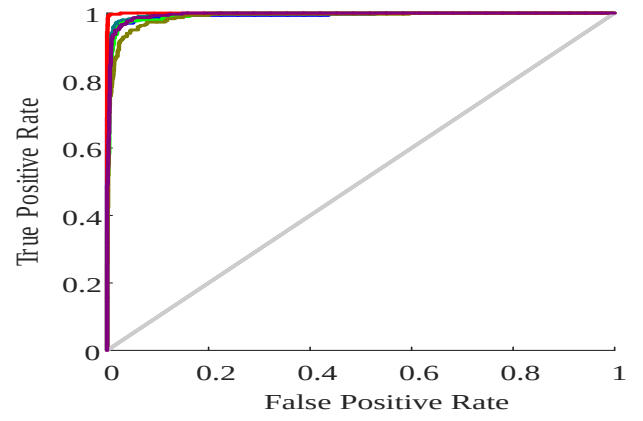
filtrelenmiştir [14,15]. 6 temel hareket Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Veri setinde bulunan el hareketleri: (a)Spherical (S): küresel nesneleri tutma , (b) Tıp (T): küçük nesneleri tutma, (c) Palmar (P): nesneyi avuç içine bakacak şekilde kavrama, (d) Lateral (L): ince, düz nesneleri tutma, (e) Cylindrical (C): silindirik nesneleri tutma, (f) Hook (H): ağır yük tutma

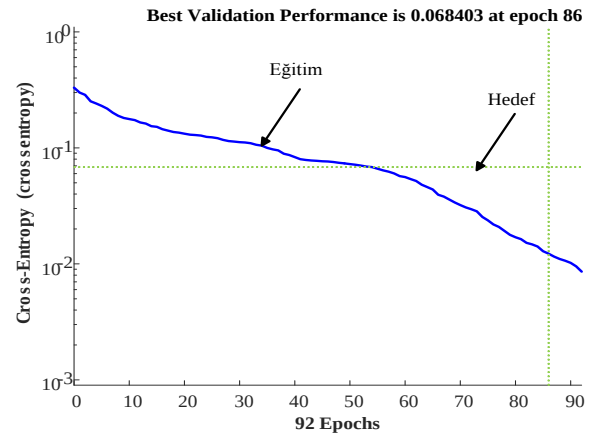
4. DENEYSEL SONUÇLAR

Özniteliklerin doğru belirlenmesi tasarlanan sistemin performansı açısından büyük öneme sahiptir. Bu çalışmada her bir harekete ait her bir sinyal için bir kanaldan alınan EMG sinyalleri üzerinden işlem yapılmıştır. Her bir sinyal için CoHOG yöntemi ile 512 adet öznitelik ve Eig(Hess)-CoHOG yöntemi ile 5112 adet öznitelik olmak üzere toplamda 5624 adet öznitelik çıkartılmıştır. Toplamda tüm veri seti için $(6 \times 300) \times 5624$ adet öznitelik çıkartılmıştır. Elde edilen bu öznitelikler YSA'nın giriş verisi olarak sisteme verilmiştir. Verilerin %80'i eğitim için %20'si ise test için kullanılmıştır. Yapılan çalışma kapsamında en yüksek sınıflandırma başarısı %93.9 olarak bulunmuştur. Şekil 3'te tasarlanan sistemin ROC eğrisi verilmiştir. Tasarlanan sistemin eğri altındaki alan değeri (AUC) 0.9421 olarak bulunmuştur.



Şekil 3. Sistemin ROC eğrisi

Tasarlanan sistemin eğitim performansı şekil 4'de gösterilmiştir.



Şekil 4. Sistemin eğitim performansı

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada yapılan el hareketlerinin sınıflandırılması için hareketlere ait EMG sinyalleri YSA ile sınıflandırılmıştır. Yapılan çalışmada ilk olarak alınan EMG sinyallerinin KSFD ile T-F gösterimleri elde edilmiş ve bu görüntülerden doku özellikleri çıkarılmıştır. Özellik çıkarma aşamasında CoHOG ve Eig(Hess)-CoHOG algoritmaları kullanılmıştır. Elde edilen özellikler YSA ile sınıflandırılmıştır ve %93.9 doğruluk oranı elde edilmiştir. İleride yapılacak olan protez tasarım çalışmalarında geliştirilen yöntemin yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

6.KAYNAKLAR

- [1] <http://www.medicana.com.tr/formlar/2012/eylul/emgnedir.aspx>
CD Erişim Tarihi:18.08.2016
- [2] Mayetin U., Küçük S., Sayli Ö., “EMG controlled mobile robot application”, Medical Technologies National Conference (TIPTEKNO),1-4, 15-18 Oct. 2015, Bodrum.
- [3] Hardalaç F., Poyraz M., “Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Emg Sinyallerinin Sınıflandırılması Ve Neuropathy Kas Hastalığının Teşhisi”, Politeknik Dergisi, Cilt: 5 Sayı: 1 s. 75-81, 2002.
- [4] Bağcı D., Koçal O.H., “Protez-Biyonik El Kontrolü İçin EMG İşaretlerinin Makine Öğrenmesi Metodlarıyla Sınıflandırılması”, Adnan Menderes Üniversitesi XVIII. Akademik Bilişim Konferansı, 30 Ocak - 5 Şubat 2016, Aydın.
- [5] Acar E., Özerdem M. S., “Classification of aggressive action EMG signals by AR based k-NN method”, 2014 22nd Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), 248 – 251, 23-25 April 2014, Trabzon.
- [6] Topçu Ç., Akgül A., Bedeloğlu M., Döğer E. N., Sever R., Özkan Ö., Özkan Ö., Uysal H., Polat Ö., Çolak Ö. H., “Entropy analysis of surface EMG for classification of face movements”, 2015 23rd Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), 1647 – 1650, 16-19 May 2015, Malatya.
- [7] Engin E. Z., Taşan D., Engin M., “Çok İşlevli Protez El Kontrolü İçin Önkol Elektromiyografi İşaretlerinin Sınıflandırılması”, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen Ve Mühendislik Dergisi, 35-46, Ocak 2015.
- [8] Bajaj V., Guo Y., Sengur A., Siuly S., Alcin O. F., “A hybrid method based on time–frequency images for classification of alcohol and control EEG signals”, Neural Computing and Applications, pp 1–7, 2016.
- [9] Allen JB, “Short-term spectral analysis and synthesis and modification by discrete Fourier transform”, IEEE Trans Acoust Speech Signal Process, 25(3):235–238, 1997.
- [10] Liu L., Fieguth P., Clausi D., Kuang G., “Sorted random projections for robust rotation-invariant texture classification”, Pattern Recogn, 45:2405–2418, 2012.
- [11] Chen PY., Huang CC., Lien CY., Tsai YH., “An efficient hardware implementation of HOG feature extraction for human detection”, IEEE Trans Intell Transp Syst, 15(2):656–662, 2014.
- [12] Watanabe T., Ito S., Yokoi K., “Co-occurrence histograms of oriented gradients for pedestrian detection”, Lect Notes Comput Sci, 5414:37–47, 2009.
- [13] Hanbay K., Alpaslan N., Talu MF., Hanbay D., Karci A., Kocamaz AF., “Continuous rotation invariant features for gradientbased texture classification”, Comput Vis Image Underst 132:87–101, 2015.
- [14] Sapsanis C., Georgoulas G., Tzes A., Lymberopoulos D., “Improving EMG based classification of basic hand movements using EMD”, 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society 13 (EMBC13), July 3-7, pp. 5754 - 5757, 2013.
- [15] Sapsanis C., “Recognition of basic hand movements using electromyography”, 2013

Kumaş Geri Dönüşümü İle İlgili Toplum Bilincinin Veri Madenciliği Yöntemleri İle Analizi

Analysis of Public Awareness about Textile Recycling by Using Data Mining Techniques

Duygu KANPAKOĞLU

¹Yazılım Mühendisliği Bölümü,
Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Elazığ, Türkiye
duygukanpakoglu@gmail.com

Murat KARABATAK

Yazılım Mühendisliği Bölümü,
Fırat Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi
Elazığ, Türkiye
mkarabatak@firat.edu.tr

Özetçe— Yaşam standartlarındaki gelişme, iyileşme ve Dünya nüfusundaki artışla doğru orantılı olarak kumaş tüketiminde de önemli ölçüde artışlar yaşanmaktadır. Dünyada tekstil ve hazır giyim üretiminin yıllık 80 milyon tonun üzerinde olduğu bilinmektedir. Doğal kaynakların gün geçtikçe tükenmesi, kumaş geri dönüşümünün de hızla dikkate alınması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Bu çalışmada tekstil (kumaş) geri dönüşümü ile ilgili toplum bilincinin incelenmesi ve elde edilen verilerin veri madenciliği teknikleri uygulanarak analiz edilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler—kumaş atıkları, geri dönüşüm, veri madenciliği.

Abstract—Advancements in living standards, improvement and the increase in world population are experienced in proportion to the consumption of textile significantly. Annually, the production of textiles and apparel in the world is known to be over 80 million tons. Day by day the natural resources exhaust, due to that the need to consider recycling the textile is speedily observed. This study aims to evaluate the awareness about textile recycling and analyze the obtained data by applying data mining techniques.

Keywords — textile waste; recycling; data mining.

1. GİRİŞ

Moda endüstrisinin etkisiyle tekstil sektöründeki aşırı tüketim hız kazanmıştır. Çünkü cinsiyetin ve toplumsal statünün en belirgin özelliği olan giyim, kültürel kimliğin oluşmasında büyük bir rol oynayarak tüketimin en görünür şekli haline gelmiştir [2]. Moda, insanlara farklı ve birey olmayı sağlarken aynı zamanda statüyü üst seviyeye çıkaran referans gruplarına benzerlik yaratarak toplumsal aidiyet kazandırmaktadır [3]. Toplumsal statüyü üst seviyeye çıkarma fikri ile birlikte insanlar üzerinde tüketim çılgınlığı kavramı başlamıştır.

Küresel bir endüstri olan moda endüstrisi, tüketicilerin üzerinde olduğu kadar çevrenin üzerinde de büyük bir rol oynamaktadır [1]. Moda endüstrisinin insanlar üzerinde yarattığı tüketim çılgınlığı, çevrenin bozulmasıyla sonuçlanmaya başlamıştır. Çünkü insanların tüketimi sonucu ortaya çıkan atık maddeler küresel çevreye bulaşarak doğanın bozulmasına yol açmaktadır. Bugünkü tahminler dünya nüfusunun her 35 yılda bir yaklaşık iki katına çıkacağı şeklindedir. Bu tahminler doğrultusunda artan ihtiyaçla doğru orantılı olarak atık maddeler üzerinde de büyük bir artış öngörülmektedir [4].

TÜİK'in 2010 yılı verilerine göre, belediyelerin 2 tane yakma tesisi, 5 tane kompost tesisi ve 52 tane düzenli depolama tesisi bulunmaktadır. Bu geri dönüşüm tesislerine getirilen toplam atık miktarı 14.632.790 ton olup bunun 10.000 tonunu tekstil atıkları oluşturmaktadır [5]. Avrupa Birliği (AB)'nde ise tüketiciler tarafından yıllık ortalama 5,8 milyon ton tekstil ürünü atılmaktadır. Yardım Kuruluşları ve endüstriyel işletmeler tarafından tekstil ürünlerinin sadece 1,5 milyon tonunu geri dönüştürülmektedir. Kalan 4,5 milyon ton tekstil atığı, çöpe ya da yakma tesislerine gitmektedir [6].

Tekstil sektöründeki üretim ve tüketim sonrası çıkan atıkların miktarının büyük ölçüde olması ile birlikte önlem alınması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu noktada kumaş (tekstil) geri dönüşümü kavramı devreye girmiştir.

Kumaş (tekstil) geri dönüşümüyle ilgili çeşitli çalışmalar yapılmış ve her birinde atıklar farklı bir şekilde değerlendirilmiştir. Üçgül ve Turak; pamuk, yün, kâğıt ve kumaş atıklarını beton bloklar arasına şilte halinde koyup ölçüm yapmış ve ısı iletim katsayısının oldukça düştüğünü saptamıştır [5]. Bu şekilde tekstil atıklarının yalıtım malzemesi olarak kullanılabileceğini belirtmiştir. Üçgül ve Elibüyük yaptıkları çalışmada, akrilik, pamuk ve yün elyaf atıklarını piroliz işlemine tabii tutmuş ve sonuçlarını değerlendirmişlerdir. Bu işlem sonucunda pamuk elyaf atığının piroliz sonucu kalmadığı, yün elyaf atığının pirolizinden kalan külün ise sadece verimsiz tarım arazilerinin

karbonca beslenmesi amacıyla gübre olarak kullanılacağı, akrilik elyafın pirolizinden oluşan katı ürünlerin ise karbon karası olarak kullanılabileceği sonuçlarına varmışlardır [6]. Doğan çalışmada, çevreyi ve kaynakları koruma adına çözümler üretme konusunu ele alan, insan faktörü girince tehlikeye düşen doğayı korumak amacıyla gelişen ekolojinin bir alt bölümü olarak atık ekolojisi ve tekstil sektörü atıkları üzerine yapılan ekolojik uygulamalar üzerinde durmuştur [7]. Eser ve arkadaşları ise yaptıkları çalışmada tekstil ve hazır giyim sektörünün sürdürülebilirliğine ilişkin değerlendirmelerde bulunmuş, yaygın olarak kullanılan liflerin çevresel etkilerinin incelendiği araştırmalara yer vermişlerdir [1].

Yapılan çalışmalar ve eldeki verilerden, kumaş geri dönüşümünün günümüz dünyasında gerekli olduğu görülmektedir. Ancak toplumun bu konu hakkındaki bilincinin ne seviyede olduğu hakkında bir bilgi mevcut değildir. Bu çalışmada, toplumun kumaş geri dönüşümü konusundaki farkındalığının ortaya çıkarılması ve veri madenciliği kullanarak değerlendirmeler yapılması hedeflenmektedir.

II. METOD VE VERİ SETİ

Bu çalışmada, öncelikle toplumun kumaş geri dönüşümü ve giyim tarzı ile ilgili fikir ve yorumlarını öğrenebilmek amacı ile 24 sorudan oluşan bir anket hazırlanmıştır. Hazırlanan anketin ilk 7 sorusu demografik bilgileri içermekte, kalan sorular ise alışveriş, giyim ve kumaş geri dönüşümü hakkında bilgi toplama amaçlıdır. Anket formu toplam 150 katılımcıya uygulanmış ancak 10 anket formu eksik veri içerdiğinden dolayı değerlendirme dışı bırakılmıştır.

Veri seti toplam 140 örnek ve 24 nitelikten oluşmaktadır. Ancak 19. Soru olan “Kumaş geri dönüşümü hakkında yeterince bilginiz var mı?” sorusuna verilen “Kısmen” cevapları uzman kişiler tarafından değerlendirilerek katılımcıların hangilerinin geri dönüşüm hakkında bilgisi olduğunu gösteren ve 2 farklı değer alan bir “Sonuç” sütunu veri setine eklenmiştir. Böylece veri seti toplam 25 nitelikten oluşan bir veri seti haline gelmiştir.

Anketin uygulanması sonucunda elde edilen veri setine, veri madenciliği yöntemleri uygulanarak ne gibi sonuçlar elde edileceği bu çalışma kapsamında incelenmiştir. İstatistiksel sonuçların yanı sıra Sınıflama, Kümeleme ve Birliktelik Kuralı yöntemlerinden elde edilen sonuçlar bulgular başlığı altında verilmiştir.

Çalışmada Waikato Environment for Knowledge Analysis (WEKA) veri madenciliği yazılımı kullanılmış olup Sınıflandırma aşamasında Averaged one-dependence estimators (AODE), J48, Random Forest (RF), Hidden Naive Bayes (HNB) ve Multi Layer Perceptron (MLP) algoritmaları kullanılmıştır. Kümeleme yapılırken ise Expectation Maximization (EM), Farthest First (FF), Filtered Clusterer (FC) ve Simple K-Means algoritmaları, Birliktelik Kuralında da Apriori algoritması kullanılmıştır.

A. Averaged one-dependence estimators (AODE)

Olasılık tabanlı bir sınıflandırma tekniği olup yarı sade bayes algoritması öğrenme yöntemidir. Sade bayesin özellik bağımsızlığı sorununu çözmek için geliştirilmiştir. Sade Bayes algoritmasına göre hesaplama miktarında küçük bir artışla başarımları daha yüksek bir sınıflandırma gerçekleştirebilmektedir. [8]

B. J48

J48 bir karar ağacı algoritması olup ID3 algoritmasının genişletilmiş bir versiyonudur. Kayıp değerlerin tespiti, karar ağacı budama, sürekli değer aralıkları, kural türetme gibi avantajları vardır.

C. Random Forest (RF)

Kolektif bir sınıflandırma algoritması olan Rastgele Orman (Random Forest - RF) Breiman ve Cutler tarafından geliştirilmiştir. Sınıflandırma işlemi esnasında birden çok karar ağacı kullanarak sınıflandırma değerinin bulunması hedefleyen bir yöntemdir [10].

D. Hidden Naive Bayes (HNB)

Sade Bayes tabanlı bir sınıflandırıcıdır. Optimum bayes ağı oluşturmadaki zamandan kazanç sağlaması için önerilmiş bir yöntemdir. Her nitelik için gizli bir ebeveyn oluşturulması ilkesine dayanmaktadır [11].

E. Multilayer Perceptron (MLP)

İleri beslemeli bir yapay sinir ağı modeli olup istenen çıkışı vermek üzere girişleri modelleyen bir sınıflandırıcıdır. Birden fazla katmandan oluşur ve giriş katmanı hariç her düğümde bir aktivasyon fonksiyona sahip bir nöron vardır. MLP ağınn eğitimi için geriye yayılım olarak adlandırılan denetimli öğrenme tekniği kullanılır [12].

F. Expectation Maximization (EM)

Gizli değişkenlere bağlı olan istatistiksel modellerde parametre tahmini ve maksimum benzerlik bulmaya yarayan tekrarlamalı bir yöntemdir. Birbirini takip eden beklenti (E) adımı ile maksimizasyon (M) adımı arasında gerçekleşen bir algoritmadır.

G. Farthest First (FF)

En uzakta bulunan veriyi en önce taramaya dayalı bir kümeleme algoritmasıdır. Bir maliyet fonksiyonu kullanarak k adet optimum kümeyi bulmaya çalışır. Başlangıçta rasgele bir başlangıç noktası seçer ve daha sonar en uzak noktayı bulur ve bir sonraki adımda bu iki noktaya en uzak nokta aranır. Bu şekilde k adet ilerleyerek k adet küme merkezi bulmayı hedefler [14,15].

H. Filtered Clusterer (FC)

Verileri sınıflandırmak için rasgele bir filtre kullanan bir kümeleme yöntemidir. Filtrenin yapısı tamamen eğitim verilerine dayanmaktadır. Test verileri filtrenin yapısını değiştirmeden sadece filtre ile işlenerek kümeleme yapmayı hedeflemektedir [16].

I. Simple K-Means

Hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemlerinden biri olup, öncelikli hedefi ortalama hatayı en aza indirmektir. Her bir küme içindeki değerlerin birbirine benzerliği ve her kümenin de birbirinden olabildiğince farklı olması ilkesine dayanan ve yaygın olarak kullanılan bir algoritmadır [17].

J. Apriori

Birliktelik kuralı üretmek için geliştirilmiş en çok bilinen ve yaygın olarak kullanılan bir algoritmadır. Minimum eşik destek değerine göre veri tabanını tarayarak sık geçen öge kümelerini bulur. Sık öge kümesinin herhangi bir alt kümesi sık olmalıdır ilkesi ile çalışır. Minimum eşik güven değerine göre kurallar üretir [18].

III.BULGULAR

Çalışma kapsamında elde edilen 140 kişilik anket verilerinden istatistiksel ve veri madenciliği yöntemleri kullanılarak farklı bulgular elde edilmiştir. Bu bulgular sırasıyla ilerleyen bölümlerde verilmektedir.

A. İstatistiksel Bulgular

Uygulanan anket kapsamında sorulara verilen cevaplara ait frekans ve yüzde değerleri Tablo 1 ve Tablo 2'de verilmektedir. Tablo 1'den görüldüğü üzere toplumda eski kıyafetlerin geri dönüşüme kazandırılması sadece % 2.86 oranında gerçekleşmektedir. Eski kıyafetler genelde yardım amaçlı verilse de yardım olarak kullananların da son olarak bu kıyafetleri geri dönüşüme kazandırmadıkları düşünülmektedir. Bu nedenle kumaş geri dönüşümü konusunda toplum bilincinin yaygınlaştırılması gerekmektedir.

TABLE 1. ANKET SORULARI VE VERİLEN CEVAPLAR

1. Cinsiyet	Frekans	Yüzde
Erkek	84	60.00
Bayan	56	40.00
2. Yaş	Frekans	Yüzde
Genç	57	40.71
Orta	66	47.14
Yaşlı	17	12.14
3. Yaşadığı Yer	Frekans	Yüzde
İl	104	74.29
İlçe	36	25.71
4. Medeni Hali	Frekans	Yüzde
Bekâr	88	62.86
Evlî	52	37.14
5. Eğitim Durumu	Frekans	Yüzde
İlk/Orta	35	25.00
Üniversite	93	66.43
Yüksek Lis./ Doktora	12	8.57
6. Alışveriş Yapılan Yer	Frekans	Yüzde
AVM	111	79.29
Pazar	3	2.14
Diğer	26	18.57
7. Alışveriş Sıklığı	Frekans	Yüzde
Çok Sık	41	29.29
Ara Sıra	85	60.71
Nadiren	14	10.00
8. Eski kıyafetlerinizi ne yaparsınız?	Frekans	Yüzde
Çöpe Atırım	6	4.29
Yardım Veririm	114	81.43

Temizlik Bezi Yaparım	7	5.00
Geri Dönüşüme Veririm	4	2.86
Diğer	9	6.43
9. Kıyafetlerinizin Ortalama Kullanım Süresi	Frekans	Yüzde
1 Aydan Az	4	2.86
1-3 ay	25	17.86
3 Aydan Fazla	110	78.57
TOPLAM	140	100

Tablo 2'den de görüldüğü üzere ankete katılan kişilerin sadece % 9.29'u kumaş geri dönüşümü hakkında yeterince bilgiye sahip olduklarını belirtişlerdir. Kumaş geri dönüşümü ile ilgili reklam ve afişleri yeterince izlenmiş olmasına rağmen bu bilincin düşük seviyede kalması ilginç bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca, kumaş geri dönüşümü ile ilgili bir kampanya olması durumunda % 46.43 oranında bir katılımcının bu kampanyada görev almak istemesi, %33.57'sinin de kısmen de olsa görev almak istemeleri yine çarpıcı bir sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır.

TABLE 2. ANKET SORULARI VE CEVAPLARA İLİŞKİN ORANLAR

	Evet %	Kısmen %	Hayır %
10. Modayı takip eder misiniz?	27.14	47.86	25.00
11. Sürekli alışveriş yaptığımız giyim markalarını indirimlerini takip eder misiniz?	40.71	27.14	32.14
12. Seri sonu ya da "outlet" adındaki giyim mağazalarından alışveriş yapar mısınız?	50.00	28.57	21.43
13. Gazete, dergi ve televizyondan günlük olarak gündemi takip ediyor musunuz?	42.86	37.14	20.00
14. Gündemde olan sosyal sorumluluk projelerini takip ediyor musunuz?	27.14	50.00	22.86
15. Giyim markalarının hazırlanmış olduğu reklamlar ilginizi çeker mi?	37.14	39.29	23.57
16. Reklamda beğendiğiniz ürünleri satın alır mısınız?	24.29	38.57	37.14
17. Satın aldığınız ürünlerin kumaşı hakkında bilginiz var mı?	33.57	38.57	27.86
18. Doğayı korumak için üzerinize düşen sorumlulukları biliyor musunuz?	46.43	40.00	13.57
19. Kumaş geri dönüşümü hakkında yeterince bilginiz var mı?	9.29	35.71	55.00
20. Kumaş geri dönüşümünün kişisel olarak faydalı olacağını düşünüyor musun?	62.14	27.14	10.71
21. Kumaş geri dönüşümünün ülke ekonomisine faydalı olacağını düşünüyor musun?	65.00	25.00	10.00
22. Yaşadığınız yerde kumaş geri dönüşümü ile ilgili bilgi veren afişler ya da panolar var mı?	10.71	6.43	82.86
23. Dünyaca ünlü bir giyim markasının kumaş geri dönüşümü ile ilgili hazırlanmış olduğu reklam filmini izlediniz mi?	5.71	7.14	87.14
24. Kumaş geri dönüşümü ile ilgili bir kampanya düzenlenirse bu kampanyada görev almak ister misiniz?	20.00	33.57	46.43

B. Sınıflandırma

Çalışmada sınıflandırma yapmak için 5 farklı sınıflandırma algoritması kullanılmıştır. Bunlar; Averaged one-dependence estimators (AODE), J48, Random Forest (RF), Hidden Naive Bayes (HNB) ve Multi Layer Perceptron (MLP) algoritmalarıdır. WEKA veri madenciliği aracındaki diğer algoritmalar da denenmiş ancak en iyi sonuçların elde edildiği bu 5 sınıflandırma algoritmasından elde edilen sonuçlar bu çalışmada karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Elde edilen veri setinde ankete katılan kullanıcıların cinsiyet, Yaş, Medeni Hali ve Kumaş geri dönüşümü konusunda bilinçli olup olmadıkları hakkında sınıflandırma yapılarak bu bilgilerin tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Anketin 19. Sorusunda bulunan “Kumaş geri dönüşümü hakkında yeterince bilginiz var mı?” sorusunun cevabındaki Evet ve Kısmen cevapları bir sınıfı, Hayır cevabı ise diğer sınıfı oluşturacak şekilde 2 sınıflı bir sınıflandırma yapılmıştır. Ayrıca, anket sorularına verilen tüm cevaplar incelenerek katılımcıların kumaş geri dönüşümü hakkında bilinçli olup olmadıkları uzman kişi tarafından belirlenerek veri setine “Sonuç” sütunu eklenmiştir. Bu beş farklı çıkışa ait elde edilen başarımlar Tablo 3’te karşılaştırmalı olarak verilmektedir.

TABLO 3. SINIFLANDIRMA SONUÇLARI

	OADE	J48	RF	HNB	MLP
Cinsiyet	66.42	62.85	68.57	69.28	66.42
Yaş	57.14	60.71	65.71	62.14	62.14
Medeni Hali	67.14	74.28	72.14	66.42	64.28
Soru 19	70.71	61.42	70.00	67.85	59.28
Sonuç	87.85	79.28	85.71	89.28	92.14

Tablo 3’te görüldüğü üzere katılımcıların Cinsiyet tahmininde HNB algoritması, Yaş tahmininde RF algoritması, Medeni Halin tahmininde J48 algoritması ve Kumaş geri dönüşümü ile ilgili bilgi sahibi olmalarına ait tahminde ise OADE algoritması en iyi sonuçları vermiştir. Ayrıca uzman kişi tarafından oluşturulan kumaş geri dönüşümü bilinci ile ilgili Sonuç tahmininde ise MLP en iyi başarıma sahip algoritma olmuştur. Anketin 19. Sorusuna verilen cevapların tahminine ilişkin karmaşıklık matrisi Tablo 4’te, Sonuç sütununa ait tahmin ile ilgili karmaşıklık matrisi ise Tablo 5’te verilmektedir.

TABLO 4. SORU 19’A AIT KARMAŞIKLIK MATRİSİ

	Tahmin Edilen	
	Evet	Hayır
	Evet	Hayır
Gerçek Değer	41	22
	19	58

TABLO 5. SONUÇ TAHMİNİNE AIT KARMAŞIKLIK MATRİSİ

	Tahmin Edilen	
	Evet	Hayır
	Evet	Hayır
Gerçek Değer	64	8
	3	65

Tablo 4’te elde edilen sonuçlara ilişkin Duyarlılık değeri 86.1, özgüllük değeri ise 75.3 olarak elde edilmiştir. Tablo 5 ele alındığında ise Duyarlılık değeri 88.9, özgüllük değeri ise 95.6 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre katılımcıların demografik bilgileri ve giyim alışverişleri gibi bilgileri onların kumaş geri dönüşüm hakkında bilgi sahibi olup olmadıklarını belli bir oranda belirleyebildiği görülmektedir.

C. Kümeleme

Mevcut veri grubunu herhangi bir eğitim verisi olmadan belli sayıda gruba ayırma işlemi olan kümeleme analizi ile elde edilen veriler bu çalışmada analiz edilmiştir. Eğitimin olmayışı kümeleme analizinde sonuçların sınıflandırmaya göre daha düşük başarımlarında gerçekleşmesi sonucunu ortaya çıkarmıştır. Kümeleme için WEKA veri madenciliği aracında bulunan Expectation Maximization (EM), Farthest First (FF), Filtered Clusterer (FC) ve Simple K-Means algoritmaları kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 6’da karşılaştırmalı olarak verilmektedir.

TABLO 6. KÜMELEMeye AIT BAŞARIM SONUÇLARI

	EM	FF	FC	SKM
Cinsiyet	66.15	53.58	65.72	65.72
Yaş	52.86	45.72	49.29	49.29
Medeni Hali	54.29	58.58	54.29	54.29
Soru 19	64.29	53.58	62.15	62.15

D. Birlikte Kuralları

Anket verileri üzerinden katılımcıların sorulara verdiği cevaplar arasındaki ilişkilerin tespit edilmesi için WEKA veri madenciliği aracındaki Apriori algoritması kullanılmıştır. WEKA yazılımı sayesinde istenilen parametre çıkış değeri seçilip istenilen sayıda kural üretilebilmektedir. Kural sayısına bağlı olarak minimum destek değeri yazılım tarafından otomatik olarak belirlenmektedir. Güven değeri %90’nın üzerinde ve lift değeri de 1’in üzerinde olan kurallardan bir kısmı aşağıda verilmektedir. Kurallar verilirken sorulan soruların kendisi yerine soru numarası kullanılmıştır. Sorular Tablo 1 ve Tablo 2’den yararlanılarak elde edilebilir.

Üretilen Kurallar:

1. Soru20=Evet, Soru22=Hayır, Soru23=Hayır 67 ==> Soru21=Evet 61 güven:(0.91) < lift:(1.4)>
2. Soru8=Yardım Veririm, Soru20=Evet, Soru22=Hayır 62 ==> Soru21=Evet 56 güven:(0.9) < lift:(1.39)>
3. Soru8=Yardım Veririm, Soru20=Evet, Soru23=Hayır 62 ==> Soru21=Evet 56 güven:(0.9) < lift:(1.39)>
4. Soru3=İl, Soru20=Evet 69 ==> Soru21=Evet 62 güven:(0.9) < lift:(1.38)>
5. Soru9=3 Aydan Fazla, Soru20=Evet 67 ==> Soru21=Evet 60 güven:(0.9) < lift:(1.38)>

6. Soru9=3 Aydan Fazla, Soru19=Hayır 64 ==> Soru22=Hayır, Soru23=Hayır 58 güven:(0.91) < lift:(1.17)>
7. Soru6=AVM, Soru19=Hayır, Soru23=Hayır 58 ==> Soru22=Hayır 56 güven:(0.97) < lift:(1.17)>
8. Soru7=Ara Sıra, Soru8=Yardım Veririm Soru23=Hayır 62 ==> Soru9=3 Aydan Fazla 56 güven:(0.9) < lift:(1.15)>
9. Soru1=Erkek, Soru9=3 Aydan Fazla, Soru22=Hayır 55 ==> Soru23=Hayır 54 güven:(0.98)
10. Soru1=Erkek, Soru6=AVM, Soru22=Hayır 51 ==> Soru23=Hayır 50 güven:(0.98)
11. Soru4=Bekâr, Soru6=AVM, Soru22=Hayır 55 ==> Soru23=Hayır 53 güven:(0.96)
12. Soru6=AVM, Soru7=Ara Sıra, Soru8=Yardım Veririm, Soru22=Hayır 51 ==> Soru23=Hayır 50 güven:(0.98)

Üretilen kurallardan ilk kural örnek olarak incelenirse; Kumaş geri dönüşümünün faydalı olacağını düşünen (Soru20) ancak yaşadığı yerde bilgi amaçlı afiş veya pano olmayan (Soru22) ve Reklam filmini izlememiş olan (Soru23) kişiler, %91'lik bir oranla kumaş geri dönüşümünün ülke ekonomisine katkı sağlayacağını düşünmektedirler. Oysa bu oran genel katılımcılar dikkate alındığında Tablo 2'den de görüldüğü üzere %65'tir. Bu sonuç lift değerinin 1.41 değerine ulaşmasını sağlamakta ve ilginç bir sonuç olduğunu ortaya çıkarmaktadır.

IV. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Dünya nüfusundaki artışla doğru orantılı her alanda olduğu gibi kumaş tüketiminde de önemli ölçüde artışların olması bu alanda da geri dönüşüm olanaklarını önemli hale getirmiştir. Doğal kaynakların gün geçtikçe tükenmesi, kumaş geri dönüşümünün de toplumun bilinçlenmesi ve buna önem göstermesi gerçeğini ortaya çıkarmıştır. Yapılan çalışmada anket yolu ile veri toplanmış ve bu veriler analiz edilmiştir.

Kumaş geri dönüşümü farkındalığının yanı sıra elde edilen verilere veri madenciliği teknikleri uygulanarak bu verilerin analiz edilmesi çalışma kapsamında sağlanmıştır. Sınıflandırma analizi ve kümeleme analizi yapılarak katılımcıların verdiği cevaplar la katılımcılara ait farkındalık ve demografik bilgilerinin tahmini yapılmaya çalışılmış ve başarılı sonuçlara ulaşılmıştır.

Son olarak verilere apriori algoritması uygulanarak cevaplar arasındaki ilişkiler ortaya çıkarılmıştır. Sonuç olarak %90 ve

üzeri güven değerine sahip ve lift değeri 1'in üzerinde kurallar üretilebilmiştir. Bu da verilen cevaplardan ilginç sonuçlar çıkabileceği sonucunu ortaya çıkarmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] Eser, B., Çelik, P., Çay, A., Akgümüş, D., 2016, Tekstil ve Konfeksiyon Sektöründe Sürdürülebilirlik ve Geri Dönüşüm Olanakları, Tekstil ve Mühendis, 23: 101, 43-60.
- [2] Göksel, N., Yanmaz, K., 2013, Modası Geçmiş Giysilerin Yeniden Kullanımına Yönelik Bir Araştırma. Akdeniz Sanat Dergisi, 4(8).
- [3] Pektaş, H., 2011, Moda ve Küreselleşme.
- [4] Özdoğan, E., Korkmaz, A. G. A., Seventekin, N., 2007, Eko-Teks ve AB çevre Etiketi. Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi.
- [5] Üçgül, İ., Turak, B., 2015, Tekstil Katı Atıklarının Geri Dönüşümü ve Yalıtım Malzemesi Olarak Değerlendirilmesi. Akademik Platform Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 3(3).
- [6] Üçgül, İ., Elibüyük, U., 2014, Tekstil Atıklarının Piroлиз ile Değerlendirilmesi. SDÜ Teknik Bilimler Dergisi, 4(2).
- [7] Doğan, Z., 2013, Tekstil Sektöründe Atık Ekolojisi Uygulamaları. Akdeniz Sanat Dergisi, 4(8).
- [8] Zheng, F. and Webb, G.I., 2011. Averaged One-Dependence Estimators. In Encyclopedia of Machine Learning (pp. 63-64). Springer US.
- [9] Quinlan, J. R. "Improved Use of Continuous Attributes in C4.5." 14. Web. 11 Jan. 2013.
- [10] Breiman, L., 2001. Random forests. Machine learning, 45(1), pp.5-32.
- [11] Zhang, H., Jiang, L. and Su, J., 2005, July. Hidden naive bayes. In AAAI (pp. 919-924).
- [12] Pal, S.K. and Mitra, S., 1992. Multilayer perceptron, fuzzy sets, and classification. IEEE Transactions on Neural Networks, 3(5), pp.683-697.
- [13] Moon, T.K., 1996. The expectation-maximization algorithm. IEEE Signal processing magazine, 13(6), pp.47-60.
- [14] Gonzalez, T., F., "Clustering to minimize the maximum intercluster distance", Theoretical Computer Sciences , Vol. 38, 293-306, (1985)
- [15] Altınışık, U. and Yıldırım, M., 2013. Veri madenciliği kümeleme algoritmaları kullanarak arıza dayanımlı denetim sistemi tasarımı. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 17(1)
- [16] URL:http://wiki.pentaho.com/display/DATAMINING/FilteredClusterer
- [17] Steinbach, M., Karypis, G. and Kumar, V., 2000, August. A comparison of document clustering techniques. In KDD workshop on text mining (Vol. 400, No. 1, pp. 525-526).
- [18] Agrawal, R., Imielinski, T. and Swami, A., 1993, June. Mining association rules between sets of items in large databases. In ACM SIGMOD Record, 2, pp. 207-216. ACM

Sosyal Ağlarda Alt Topluluk Belirleme ve Ortak Birey Tespiti

Definition of Subcommunity In Social Networks
and Identify Common Individual

Esra Karadeniz
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
İnönü Üniversitesi
Malatya, Türkiye

Ali Karıcı
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
İnönü Üniversitesi
Malatya, Türkiye

I. GİRİŞ

Özet — Sosyal medya ve ağ yapılarının artan önemi bu konudaki çalışmaları da arttırmıştır. Sosyal ağlar toplulukların bir araya gelmesiyle oluşan yapılardır. Sosyal ağda toplulukların tespiti, üzerinde çalışılan konuların başındadır. Gerçek hayatta bir elemanın birden fazla gruba dahil olma olasılığı vardır ve bu duruma örtüşme denir.

Bu çalışmada örtüşen topluluk keşfi problemini çözebilmek için uygulanan yöntemde sosyal ağ bir graf olarak modellenmiştir. Grafın laplas matrisi hesaplanmış ve graf özdeğer ve özvektörlerine göre iki gruba ayrılmıştır. Daha sonra minimum kesen ayırıt işlemleri uygulanarak iki grupta da olma ihtimali olan elemanlar tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler — Sosyal ağlar, sosyal ağlarda topluluk tespiti, ortak birey tespiti

Abstract — The growing importance of social media and networking has increased the efforts in this area. Social networks are structures formed by the communities which are came together. It is one of the main issues being studied to identify communities in social networks. In real life, an element is likely to be included in multiple groups and this situation called overlapping.

In this paper, the method for solving the problem of identifying overlapping groups is to modelling social network as a graph. The laplacian matrix of graph is calculated and divided into two groups according to its eigenvalues and eigenvectors. Then the possibility of elements to be in two groups is identified by applying the minimum cutting edge process.

Index Terms— Social networks, community detection in social networks, identify common individual

Günümüzde artan internet kullanımının etkisiyle sosyal ağ olarak adlandırılan platformların popüleritesinde akıllara durgunluk verecek bir artış söz konusu. Öyleki sosyal ağlar bazı isyanların, iç savaşların, devrimlerin vb. olayların artık ilk adımlarının atıldığı mecra olarak görülmektedir. Sosyal ağ kavramının artan önemi sosyal ağ yapılarının incelenip analiz edilmesi, bağlantı tahmini, duygu analizi, ağlardaki topluluklar ve toplulukların keşfedilmesi gibi konularda araştırmalarında artırmıştır.

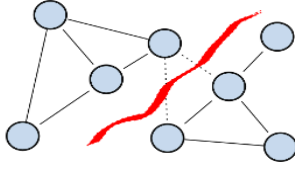
Sosyal ağlardaki bireyler düğümler olarak nitelendirilirse bu düğümlerin aralarındaki bağlantının yoğunlaştığı grupları topluluk olarak tanımlayabiliriz. Sosyal ağdaki topluluklardan bireylerin ortak yönleri, ortak ilgi, bilgi, beceri ve benzerlikleri hakkında veriler elde edebiliriz. Ağ yapılarında ki toplulukları göz önüne aldığımızda bir birey birden fazla topluluğa üye olabilir. Böyle yapılarda toplulukların belirlenmesi problemi, sosyal ağ analiz çalışmalarında incelenen ve çözümlenmesi amaçlanan problemlerdendir. Bu olaya “örtüşme (overlapping)” denir ve çoğu topluluk bulma algoritmaları tarafından hesaplama zorluğu gerekçesiyle ihmal edilir.

Toplulukların tespitinde halen belirsizlikler olsada etkili ve verimli topluluk keşif yöntemleri de geliştirilmiştir.

A. Geleneksel Yöntemler

A.1. Graf bölütleme (graph partitioning)

Düğüm Graftaki düğümlerin, ayrıştırılmadan evvel aralarındaki bağıntı minimum olacak şekilde kaç gruba ayrılacağı belirlenir. Başlıca algoritmaları Iterative Bisectioning [2], KernighanLin keşfi [3], Max-Flow Min-Cut Theoremi [4] 'dir.



Şekil 1. Graf Bölütleme

A.2. Hiyerarşik gruplama

Sosyal ağların geneli iç içe hiyerarşik yapıları gruplardan oluşur. Benzer olan düğümlerin birleştirilmesi ve grup yapılması ve düşük benzerlikli düğümlerin silinerek grupların bölünmesi fikrinin uygulandığı yöntemdir. Sonuçlar belirlenecek olan benzerlik ölçütüne bağlı olarak değişkenlik gösterecektir [1].

A.3. Bölütlemeli kümeleme (partitional clustering)

Grup sayısı olarak nitelendirilen k önceden belirlenir ve her düğüm uzayda bir noktadır denir. Bir fonksiyona göre düğümlerin merkeze olan uzaklıkları hesaplanır ve bu uzaklıklara göre düğümler k gruba ayrılır. En çok kullanılan fonksiyonlar Minimum k -clustering, k -center, k -median, ve k -means [5]'tir. Dezavantajı grup sayısı olan k nın önceden bilinmiyor oluşudur. [1].

A.3. Spektral kümeleme (spectral clustering)

Bu yöntemde önce benzerlik matrisinin özvektörleri alınır ve daha sonra k -means [5] gibi bir fonksiyon ile gruplara ayrılır. En sık kullanılan matris Laplace matrisidir. Bu yaklaşım sayesinde özvektörlerin bileşenlerinden grafda kaç adet grubun bulunduğu öngörülebilir. Kullanılan Laplace matrisinin normalize edilip edilmeyeşine göre iki farklı versiyonu mevcuttur [1].

B. Bölütlemeli algoritmalar

Graftaki toplulukları, grupları bağlayan ayrıtları silerek ayrıştırma fikrine dayanan yöntemdir. Bu yöntemde asıl mesele grupları bağlayan ayrıtların nasıl tespit edileceğidir. En çok kullanılan algoritma Girvan-Newman algoritmasıdır [6]. Bu algoritmada ayrıt merkeziliği (edge centrality) ölçütü olarak baz alınır ve ayrıtlar seçilir. Tüm ayrıtlar için merkezilik değeri hesaplanır. En yüksek merkezilik değerine sahip ayrıt silinir. Tekrar birinci adım gerçekleştirilir ve en yüksek değere sahip ayrıt silinerek bu işlem devam eder. Ayrıt merkeziliği kısıtı dışında ayrıt bitişikliği (edge betweenness), rastgele yürüyüş ayrıt bitişikliği (random walk edge betweenness) ve akım akışı bitişikliği (current flow betweenness) gibi kısıtlar da kullanılmaktadır [1].

C. Modülerite esaslı yöntemler

Modülerite esaslı yöntemler graf analizinde en çok bilinen ve kullanılan kalite fonksiyonudur. Tam olarak ispatlanmamış olsada yüksek modülerite değerinin iyi grupları işaret ettiği kabul edilmektedir [1]. Eğer bir graf aynı boyuttaki ve derecedeki bir rastgele grafa göre daha yüksek modülerite değerine sahipse o grafın grup yapısına sahip olduğu kabul

edilir. Ancak bazı rassal graflarda grup yapısı olmamasına karşın yüksek modülerite değerleri ile karşılaşılabilir. Bundan dolayı da yüksek modülerite grupları işaret eder tabiri her zaman söylenecek bir ifade değildir. Modülerite fonksiyonunun iyileştirilmesi NP-Complete bir problemdir ve doğrusal bir zamanda çözümü yoktur. Ancak çeşitli yakınsamalar ile başarılı sonuçlar elde eden algoritmalar geliştirilmiştir [7], [8]. Graf da bir birleştirme, ayrılma veya ayır silme gibi değişikliklerden kalite fonksiyonunda en iyi iyileştirmeyi yapan değişiklikler yapılır.

D. Dinamik algoritmalar

Dinamik olarak gerçekleştiren yapan en yaygın algoritmalarından biri rastgele yürüyücü algoritmasıdır [9]. Bir gruptaki düğümlerin ve düğümler arası ilişkilerin daha yoğun olacağı fikriyle bir rastgele yürüyücünün belli bir grupta kat edeceği yol daha fazladır ve grup içinde daha fazla zaman geçirilir mantığıyla çalışır. Bu fikirden hareketle iki düğüm arasındaki mesafe hesaplanmaktadır [1].

E. Diğer Yöntemler

Şimdiye kadar bahsedilen ve sıklıkla kullanılan yöntemlerin dışında istatistiksel çıkarımı temel alan (Bayes vb.) yöntemler [10], [11], düğümleri etiketleyen ve her bir iterasyonda komşuları tarafından en çok paylaşılan etiketi alan ve bu şekilde grupları ayıran yöntemler [12], klik filtreleme yöntemleri [13], [14], örtüşmeyi önlemeyi amaçlayan yöntemler [15], [16] ve çok çözünürlüklü yöntemler [17], [18], [19] şeklinde yöntemler de mevcuttur.

Bu çalışmada örtüşen topluluk keşfi problemini çözebilmek için uygulanan yöntem de sosyal ağ bir graf olarak modellenmiştir. Grafın laplace matrisi hesaplanmış, özdeğer ve özvektörlerine göre iki gruba ayrılmıştır. Daha sonra minimum kesen ayırıt işlemleri yapılarak iki grupta da olma ihtimali olan elemanlar tespit edilmiştir.

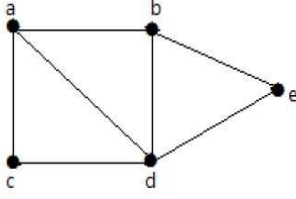
II. GRAF VE SOSYAL AĞLAR

Fizik, kimya, biyoloji, istatistik, ekonomi, işletme, bilgisayar bilimleri, mühendislik gibi bilim alanlarında var olan problemlerin çözümünde, problem unsurları ve aralarındaki ilişki çoğu kez çizgilerle ifade edilir. Böylece problemin çözümüne graf teorisiyle rahatça ulaşılması amaçlanır.

Düğüm (vertice) olarak adlandırılan noktalar ve düğümler arası ayrıt (edge) diye adlandırılan bağlantılardan oluşan yapılara graf denir. Grafları kenarların yönlü olup olmamasına göre, yönlü graflar ve yönsüz graflar olarak ikiye ayırmak mümkündür. Örnek olarak facebook sosyal ağı üzerinde arkadaş olan kişilerin oluşturduğu yapıyı verebiliriz. Birisini arkadaş olarak eklediğinizde karşıdaki kişi de isteği kabul ederse arkadaş olunur ve bu ilişki karşılıklı yani yönsüz (Eij ile Eji aynı ayrıt) bir graf ile temsil edilir. Twitter yada instagram gibi sosyal ağlarda ise takip ettiğiniz kişinin sizi takip etmesi zorunlu değildir ve ilişkiler yönlü graflarla temsil edilir.

Graf da her ayrıt iki düğümü birleştirir. Her bir e ayrıtı için $\{v1, v2\}$ kümesi tanımlanır (e ayrıtı $v1$ ve $v2$ düğümlerini

bağlar). $\{v1, v2\}$ kümesi $\delta(e)$ ile gösterilir ve düğümler kümesinin bir alt kümesidir [20].



Şekil 2. Örnek G grafi

Şekil 2 de yönsüz örnek bir graf verilmiştir. Bu graf için küme gösterimi aşağıdaki şekilde yapılır (G graf, V düğümler, E ayrıtlar).

$$V = \{ a, b, c, d, e \}$$

$$E = \{ (a,b), (a,c), (a,d), (b,d), (b,e), (c,d), (d,e) \}$$

$$G = (V, E)$$

Ağ kavramı, kelime anlamı olarak “birçok nokta ile bunlar arasındaki bağlantılarla gösterilebilen bir dizgeye ilişkin yapı” olarak tanımlanmaktadır [Köksal, 1981].

“Sosyal Ağ” kavramı ise ilk olarak 1954 yılında J. A. Barnes tarafından kullanılmıştır. Sosyal ağların bilimsel olarak çok farklı ifade ve modelleri olmakla birlikte, literatürde en çok kabul görmüş gösterim şekli çizge teoremi (graph theory) kullanılarak bireylerin veya varlıkların birer düğüm (node) ve ilişkilerin birer kenar (edge) olarak tasvir edildiği gösterimdir [21].

Sosyal medyanın popüleritesindeki artış ile sosyal ağların analiz edilmesi sosyal ağlardan somut veriler elde edilemesi işlemleri de son zamanlarda araştırmacıların ilgisini çekmektedir. Sosyal ağ analizinde ilgilenilen konular bağlantı tahmini, duygu analizi, ağlardaki topluluklar ve toplulukların keşfedilmesi, örtüşen toplulukların keşfi vb. konulardır.

Sosyal ağ analizi günümüzde pek çok alanda kullanılmakta olup bunların başında birey ve sosyal grup yapılarının ve davranışlarının incelenmesi (bileşenlerine ayırma, kümeleme, ilişkilerin belirlenmesi), elektronik ticaret ve çevrimiçi reklamcılık (müşteri profilinin çıkarılması ve eğilim analizi, kişiye özel reklamcılık ve teklif sunma), fiziki yapıların analizi (ulaşım, tesisat, altyapı) ve büyük veri kümelerinin analizi (medya takibi, akademik yayın analizi, genetik araştırmalar) gelmektedir. [22]

Bu çalışmada sosyal ağların modellenmesi ve üzerinde çalışılmasında sosyal ağ modelleme araçlarından UCINET ve

NetDraw kullanılmıştır.

III. TOPLULUK KEŞFİ VE ÖRTÜŞEN BİREYLER

Bir sosyal ağda ki ortak özellik veya ortak görevler gibi ortaklıkları olan ve etkileşim içinde benzer roller üstlenen bireylerin oluşturduğu gruplara topluluk denir. Örneğin aynı konudaki web sayfaları, benzer işleve sahip proteinler, aynı konuda çalışan insan grupları, aynı ilgi alanına sahip insan grupları birer topluluk örnekleridir.

Topluluk tespitinde en sık başvurulan tanımlama, topluluğun içindeki ayrıt sayısının dışarıya olan bağlantı sayısından fazla olması gerektiği varsayımdır. Bu noktadan hareketle tanımlanmış olan “cut-size” parametresi söz konusu topluluğu çizgenin geri kalanına bağlayan ayrıt sayısı olarak adlandırılmaktadır. İyi bir topluluğun cut-size değerinin düşük olması beklenir.

Bir başka tanımlama olan “Düğüm benzerliği (vertex similarity)” ise düğümlerin bir uzay düzleme yerleştirildiklerinde aralarında kalan mesafenin bir benzerlik ölçütü olarak ele alınmasıdır. Klasik gruplama yöntemleri sıklıkla bu yaklaşımdan faydalanılmaktadırlar. Düğümler bir uzay düzleme yerleştirilemiyor ise bu durumda komşuluk matrisi (adjacency matrix) kullanılabilir. Birbirlerine komşu olmasalar dahi komşuları aynıysa bu düğümlere benzer düğümler denebilir. Bu yöntemler gibi iki düğüm arasındaki bağımsız yolların sayısının ölçülmesi, en kısa yolun mesafesi veya rastgele yürüyüş gibi yöntemlerle de düğümler arası benzerlikler tespit edilebilir. [19][1].

Topluluklarda bir birey birkaç topluluğa üye olabilir. Bu duruma örtüşme denir ve örtüşen topluluk keşfi gerçek hayattaki sosyal ağların analizi için önemli bir konudur.

Bu çalışmada sosyal ağ bir graf olarak modellenmiş ve bu grafın Laplas matrisi bulunmuştur. Daha sonra Laplas matrisinin özdeğer ve özvektörleri bulunup en küçük ikinci özdeğere karşılık gelen özvektör (Fiedler Vectors) tespit edilmiştir. Bu vektör değerleri sınıflandırılmış ve spektral kümeleme tekniğiyle grafın iki gruba ayrıştırılması sağlanmıştır. Ardından elde edilen bu iki topluluk yapısındaki örtüşen bireyler Kernighan–Lin algoritması kullanılarak tespit edilmiştir.

A. Laplas matrisi (Laplacian matrix)

Laplas matrisi graf teorisinde sıkça kullanılan bir matrisdir. Laplas matrisine giriş matrisi (admittance matrix) veya Kirchhoff matrisi (Kirchhoff matrix) isimleri de verilmektedir.

Bir grafın bitişiklik matrisinde (A =adjacency matrix) graftaki n tane düğüm için oluşturulan $n \times n$ boyutundaki matris

Graf	Degree Matrix	Adjacency matrix	Laplacian matrix
	$\begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 5 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 3 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 2 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 2 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & 5 & -1 & -1 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 3 & -1 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & -1 & 5 & -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 2 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & -1 & -1 & -1 & 0 & 4 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & -1 & 3 \end{pmatrix}$

Şekil 3 : Örnek bir graf ve bu grafın derece, bitişiklik ve laplas matrisi

üzerinde birbirine komşu olmayan düğümlerin girdileri 0, komşu düğümlerin girdileri 1 olarak atanır.

Bir grafin derece matrisi (D =degree matrix) diagonal bir matristir ve herbir diyagonal girdi yani d_{ii} , i . düğümün derecesini verir.

Laplas matrisi;

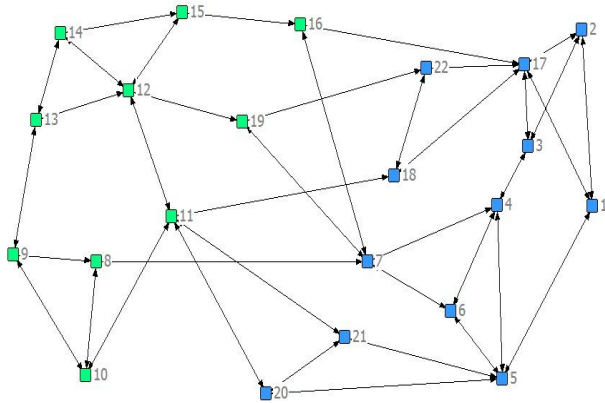
$$L = D - A$$

olarak ifade edilir. Yukarıdaki kuraldan anlaşılacağı gibi matrisin köşegeninde (diagon) düğüm dereceleri ve matrisin geri kalanında ise -1 ve 0'dan oluşan komşuluk matrisi bulunacaktır. Şekil 3 de örnek bir grafin laplas matrisi gösterilmiştir.

B. Spektral bölümlenme

Pothen, Simon, ve Liu'nun [23], geliştirdikleri metod olan "Recursive Spectral Bisection" (RSB) da grafin Laplas matrisi ve bu Laplas matrisinin özdeğer ve özvektörleri bulunur. Laplace matrisinin özvektörlerinden en küçük ikinci özdeğere sahip özvektör alınır. "Fiedler vektörü" olarak adlandırılan bu özvektör graf hakkında yararlı veriler içerir. Fiedler vektörünün koordinatları arasındaki fark, bahsi geçen düğümlerin arasındaki mesafe hakkında bilgi verir. Böylece RSB metodu düğümlerin Fiedler vektörü koordinatlarının sınırları açısından grafi iki topluluğa ayırır. RSB' yi kullanarak grafi istenilen sayıda topluluğa ayırmak mümkündür. [24]

Ucinet programının sunduğu datasetlerden biri olan 'Taro' dataseti üstünde bahsedilen spektral bölme işlemi uygulanmıştır. Graf iki topluluğa ayrılmıştır (şekil 4).



Şekil 4. Spektral bölümlenme uygulanmış Taro veriseti

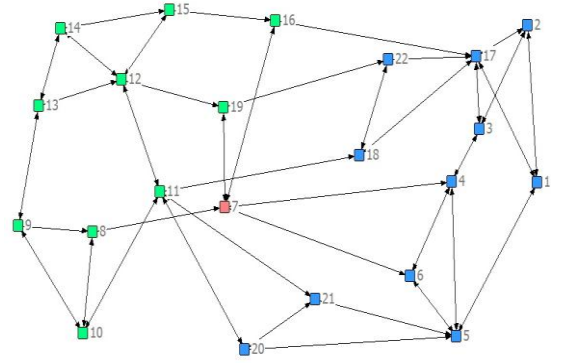
C. Kernighan-Lin

Brian Wilson Kernighan ve Shen Lin ilk graf bölümlenme metodlarından biri olan Kernighan-Lin algoritmasını tasarlamışlardır. Geliştirilen birçoğu yerel bölümlenme metodu Kernighan-Lin metodundan esinlenmiştir ve bu metodun farklı versiyonları şeklindedir. Bu algoritmada graf rastgele iki parçaya bölünür. Bu iki parça algoritmamızın girdilerini oluşturur. Kernighan-Lin grupların ayrıştırılması esnasında kesilen ayrıtları hesaplar ve kesilen ayrıt sayısını minimize etmeyi amaçlar [24]. Farklı gruplardaki düğümler ardışıl bir şekilde bir diğer gruba alınır ve kesilen ayrıt sayısı yeniden

hesaplanarak en iyi çözüme yani minimum kesen ayrıt sayısına ulaşmak hedeflenir.

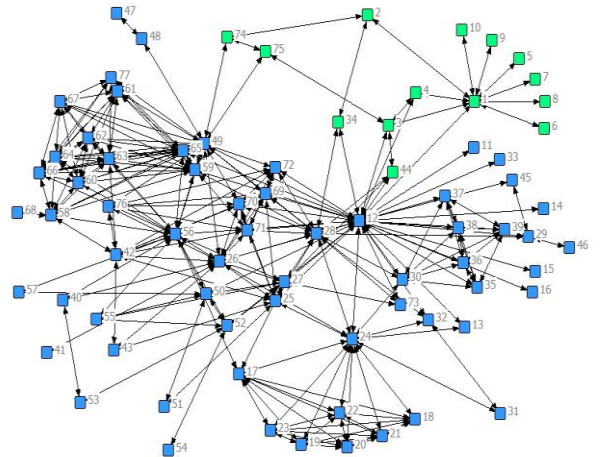
Bu çalışmada uygulanan metotta Kernighan-Lin algoritmasında rassal olarak belirlenen iki grup değilse spektral bölümlenmeyle ayrıştırılan gruplar koşulmuştur. Bu sayede graftaki tüm ayrıtlar incelenmemiş ve işlem maliyeti azaltılmıştır. Grafta bir elemanın grubu değiştirildiğinde grupları ayırırken kesilen ayrıt sayısında değişme olmaması veya daha az ayrıtın kesilmesi durumlarında bu eleman için kesişen elemandır yorumu yapılmıştır.

Spektral bölümlenmeyle iki gruba ayrılan Taro datasetinde Kernighan-Lin algoritmasını çalıştırdı. 7 nolu düğüm diğer gruba alındığında kesen ayrıt sayısında azalma görülmüştür. Böylece bu eleman kesişen elemandır yorumu yapılmıştır (şekil 5).

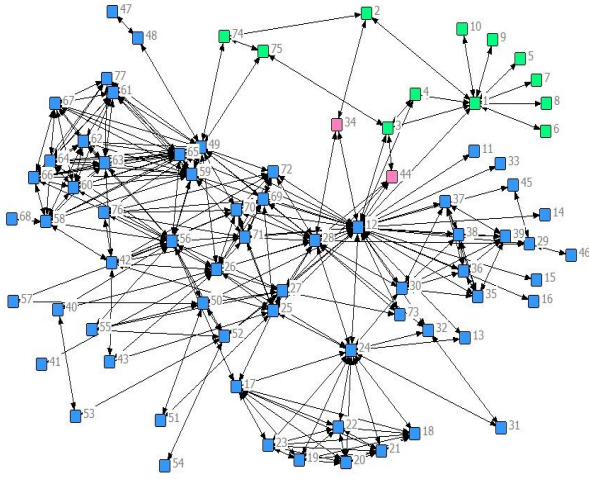


Şekil 5. Spektral bölümlenme uygulanmış Taro verisetine Kernighan-Lin algoritması uygulandıktan sonraki durumu

Fransız yazar Victor Hugo'nun Les Miserables adlı roman karakterlerinin düğümlerini oluşturduğu ve bu karakterlerden aynı chapter da yer alma ilişkilerinin ayrıtlarla ifade edildiği lesmis veri setinde de yöntem uygulandı. Lesmis veri seti 77 düğüm ve 254 bağıntıdan oluşmaktadır. Yapılan çalışma bu veri setine uygulandığında "Woman1" adlı karakter (id:34) ve "Woman2" adlı karakterler kesişen eleman olarak tespit edilmiştir. Şekil 6'da spektral bölümlenmeyle iki gruba ayrılan lesmis datasetini Şekil 7'de de gerekli diğer işlemler uygulandıktan sonraki son şekli gözlemliyoruz.



Şekil 6. Spektral bölümlenme uygulanmış lesmis veriseti



Şekil 7. Kesişen topluluk tespiti yapılmış lesmis veriseti (pembe renkli elemanlar kesişenleri temsil eder)

IV. SONUÇ

Sosyal ağlarda topluluk keşfi ve örtüşen topluluk tespiti konusunda literatür taraması yapılmış ve ilgili problem için bir çözüm üzerinde çalışılmıştır.

Genelde Kernighan-Lin algoritmasında rassal olarak belirlenen iki grup üzerinde kesen minimum ayırıt prensibiyle iyileştirme yapılarak grupların ayrıştırılması hedeflenir. Bu çalışmada ise grafin laplace matrisi bulundu. Bu matrisin özdeğer ve özvektörlerine göre gruplar ayrıştırılıp ayrıştırılan bu gruplar Kernighan-Lin algoritmasında çalıştırılmıştır. Böylece graftaki tüm ayırıtlar birer birer incelenmemiş yalnızca iki grubun ayrıştığı noktada olan düğümler işleme katılmıştır. Buda işlem maliyetini azaltılmıştır. Bir elemanın grubunu değiştirmişse grupları ayırırken kesilen ayırıt sayısında değişme olmaması veya daha az ayırıtın kesilmesi durumlarında bu eleman için overlapping durumundadır yani kesişen elemandır tespiti yapılmıştır.

Uygulanan method Matlab ortamında kodlanmış ve örnek veri setleri üzerinde (Zachary's Karate Club, American Collage Football, Lesmis etc.) çalıştırılmıştır. Uygulama sonunda graflarda kesişen düğümlerin tespiti etkili bir şekilde gerçekleşmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] S. Fortunato, Community detection in graphs. arXiv:0906.0612 (2009).
- [2] A. Pothen, Graph partitioning algorithms with applications to scientific computing, Tech. rep., Norfolk, VA, USA, 1997.
- [3] B.W. Kernighan, S. Lin, An efficient heuristic procedure for partitioning graphs, Bell Syst. Tech. J. 49 (1970) 291307.
- [4] L.R. Ford, D.R. Fulkerson, Maximal flow through a network, Canad. J. Math. 8 (1956) 399404.
- [5] J.B. MacQueen, Some methods for classification and analysis of multivariate observations, in: L.M.L. Cam, J. Neyman (Eds.), Proc. of the fifth Berkeley Symposium on Mathematical

Statistics and Probability, vol. 1, University of California Press, Berkeley, USA, 1967, syf. 281-297.

- [6] M.E.J. Newman, M. Girvan, Finding and evaluating community structure in networks, Phys. Rev. E 69 (2) (2004) 026113.
- [7] J. Duch, A. Arenas, Community detection in complex networks using extremal optimization, Phys. Rev. E 72 (2) (2005) 027104.
- [8] J. Ruan, W. Zhang, An efficient spectral algorithm for network community discovery and its applications to biological and social networks, in: ICDM'07: Proceedings of the 2007 Seventh IEEE International Conference on Data Mining, IEEE Computer Society, Washington, DC, USA, 2007, syf. 643-648.
- [9] B.D. Hughes, Random Walks and Random Environments: Random Walks, vol. 1, Clarendon Press, Oxford, UK, 1995.
- [10] M.B. Hastings, Community detection as an inference problem, Phys. Rev. E 74 (3) (2006) 035102.
- [11] M. Mungan, J.J. Ramasco, Who is keeping you in that community? eprint (2010) arXiv:0809.1398.
- [12] U.N. Raghavan, R. Albert, S. Kumara, Near linear time algorithm to detect community structures in large-scale networks, Phys. Rev. E 76 (3) (2007) 036106.
- [13] G. Palla, I. Derényi, I. Farkas, T. Vicsek, Uncovering the overlapping community structure of complex networks in nature and society, Nature 435 (2005) 814-818.
- [14] I. Derényi, G. Palla, T. Vicsek, Clique percolation in random networks, Phys. Rev. Lett. 94 (16) (2005) 160202.
- [15] I. Farkas, D. Ábel, G. Palla, T. Vicsek, Weighted network modules, New J. Phys. 9 (2007) 180.
- [16] J. Baumes, M.K. Goldberg, M.S. Krishnamoorthy, M.M. Ismail, N. Preston, Finding communities by clustering a graph into overlapping subgraphs, in: N. Guimaraes, P.T. Isaias (Eds.), IADIS, 2005, syf. 97-104.
- [17] T. Heimo, J.M. Kumpula, K. Kaski, J. Saramäki, Detecting modules in dense weighted networks with the Potts method, J. Stat. Mech. (2008) P08007.
- [18] P. Ronhovde, Z. Nussinov, Multiresolution community detection for megascale networks by information-based replica correlations, Phys. Rev. E 80 (1) (2009) 016109.
- [19] O. Boy, "Sosyal Ağlarda Topluluk Yapılarının Analizi", İnönü Üniversitesi Bilgisayar Mühendiliği Yüksek Lisans Tezi-09.2012, Malatya.
- [20] K.Thulasiraman, M.N.S. Swamy, "Graphs: Theory and Algorithms", Concordia University, Montreal, Canada, 1992.
- [21] S. E. Seker, Cizge Teorisi (Graph Theory). YBS Ansiklopedi , 17-29. (2015, 6).
- [22] A. Karcı, O. Boy, "Sosyal Ağların Web Madenciliği Teknikleri ile Analizi ve Ortak Atıf Analizi ile Benzerlik Tahmini", Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu, pp:154-161, 2011, Elazığ, Türkiye.
- [23] Pothen, A. Simon, H.D., Liu, K.P. (1990), Partitioning sparse matrices with eigenvectors of graphs, SIAM J. on Matrix Analysis and Applications 11(3), 430-452.
- [24] M. K. Beşer, " En Kısa Yol Probleminde Çizge Parçalama Yöntemi Kullanılarak Yeni Bir Yaklaşım ", Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi9(1), (2008,06)

Melez (Bulut ve Gönüllü) Küresel Hesaplama için Veri Güvenliği ve Hesaplama Sisteminin İncelenmesi

Emrah DÖNMEZ¹, Adnan Fatih KOCAMAZ¹, Ali KARCI¹

¹Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İnönü Üniversitesi, Malatya, Türkiye
emrahdonmez@msn.com, fatih.kocamaz@inonu.edu.tr, ali.karci@inonu.edu.tr

Özet— Bu çalışmada bir küresel hesaplama (küresel hesaplama) birleşik sistemi (bulut hesaplama ve gönüllü hesaplama) için bir veri güvenlik altyapısının (VGS) ve hesaplama ağının incelenmesi amaçlanmıştır. Küresel hesaplama hesaplama gücü internet ortamında, dağıtık şekilde bulunan bilgisayarların işlemci gücü, hafıza, disk boyutu, ağ çıktıları, üstlenici erişilebilirliği gibi parametrelerden oluşmaktadır. Gerçekleştirilen çalışma ağ hesaplama tekniğine dayalı bir küresel hesaplama sisteminin veri güvenliği açısından potansiyel kapasitesini ortaya koymuştur. Ağ üzerinde hesaplama yapan her bir bilgisayara “gönüllü üstlenici” adı verilmiştir. Hesaplama ağının tümüne ise “gönüllü bulut” denilmiştir. Ara-katman yazılımı aracılığıyla gönüllü üstlenicilerde veri güvenliği analizleri elde edilmiştir. Bu analizler cevaplama zamanı, performans kaybı ve gecikme süresi olmak üzere incelenmiştir. Gönüllü bulut hesaplama sistemi VGS olmadan 48211 GFLOPS hesaplama gücünde çalışırken VGS altyapısının çalıştırılmasıyla bu gücün ortalama % 4,667 oranında bir kayıpla 45960 GFLOPS’a düştüğü tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler—Bulut hesaplama, gönüllü hesaplama, veri güvenliği

Abstract—In this study, it is aimed to examine a data security infrastructure (DSI) and a computing network for a unified global computing system (cloud computing and volunteer computing). Computing power bound up with parameters like processor power, memory, disk size, network outputs of distributed computers located on the Internet and accessibility of contractors in global computing. Performed study put forth the potential capacity of a global computing system depending on network computing in aspect of data security. Each of the computer performed computations on the network has been named as “volunteer contractor”. All of the computation network has been called as “volunteer cloud”. Data security analyses have been acquired in volunteer contractors through middleware software. These analyses have been examined as response time, performance loss and latency time. While volunteer cloud computing system runs about 48211 GFLOPS computation power without DSI, it has been defined that it runs about 45960 GFLOPS with a 4.667% loss in computation power with DSI.

Index Terms—Cloud computing, volunteer computing, data security

I. Giriş

Küresel hesaplama, internet ortamında dağıtık ya da sunucu çiftlikleri şeklinde yer alan bilgisayarların hesaplama gücünden faydalanılarak dağıtık hesaplama uygun işlemlerin yürütülmesini sağlayan bir hesaplama altyapısıdır. Bulut ortamında da hesaplama işlemi tek bir sunucu üzerinde gerçekleştirilebileceği gibi diğer taraftan; dağıtık bilgisayarlar

üzerinde farklı veya benzer oranlarda iş yükünün paylaştırılmasıyla gerçekleştirilebilir [5].

Gönüllü hesaplama temeli üzerine kurulu mimarilerde hesaplama gücü, gözlemlenen belli bir süreç içerisinde dalgalı bir seyirde oluşabilir. Diğer bir ifadeyle, farklı zaman noktalarında gözlemlenen hesaplama güçleri de farklı olabilmektedir. Bu duruma en iyi örnek SETI@home adlı bilimsel dünya dışı zekâ arayışı deneyidir; hesaplama gücü 2006 yılında 30-35 TeraFLOP düzeyinde olan bu yapıda şu anda 9 PetaFLOP üzerinde güç elde edilmiştir [1].

Küresel hesaplama sağlamış olduğu yüksek hesaplama gücü ile kuantum hesaplama, uzay matematiği, meteoroloji, karmaşık matematiksel formüllerin hesabı, üç boyutlu derinlik bilgisi de içeren hesaplamalar gibi çeşitli alanlarda, farklı disiplinlerde ya da disiplinler arası çalışmalarda yüksek işlem gücü, hafıza, depolama ve erişim hızı gibi anahtar unsurları sağlamaktadır.

Hesaplama ağı üzerinde sağlanan veri güvenliği, gerçekleştirilen hesaplamaların toplam sonucu etkiliyor olması açısından oldukça önemli bir unsurdur. Özellikle hassas verilerle çalışılan matematiksel modellerde bu durum çok daha belirgindir. Nitekim gönüllü bulutta hesaplanan her bir fonksiyon ya da farklı diğer işlemler hesaplama işlemlerinin bütününe etki edecek düzeyde olabilmektedir.

VGS’ nin yürütüldüğü hesaplama ortamında her bilgisayar, hesaplama bulutu içerisinde yer alan yönetim sunucusu tarafından kendilerine verilen ID (Kimlik) numaralarına göre ayırt edilerek, mevcut iş yükünü barındırdıkları donanım kaynaklarına göre üstlenmiştir. Bu üstlenme işinin yoğunluğu, ana-sunucu ve üstlenici arasındaki iletişim sonucu elde edilen ve anlık donanım kaynakları bilgilerini içeren periyodik ajan kontrolleri ile belirlenmiştir.

Bu çalışma ile bir küresel hesaplama ağında veri yoğunluklu uygulamalar gibi hesaplama işlemlerinin yürütülmesi sırasında, güvenlik ve veri yedekleme işlemlerinin yürütülmesinin potansiyel hesaplama gücüne olan etkileri ve gönüllü bulut yapısı incelenmiştir.

II. İLİŞKİLİ ÇALIŞMALAR

Traian [4] bulut hesaplama karşılaşılan zorluklar ve güvenlik çözümleri üzerine bir çalışma yapmıştır. Temel güvenlik parametrelerinin kullanıcıların azami seviyede birbirinden yalıtılması ile doğru bir çalışma sergileyeceklerini belirtmişlerdir. Santos [6] güvenilir bulut hesaplama için gerekli yaklaşımları belirtmiştir. Veri yedekleme ve veriler arası yalıtım ve veri güvenliği üzerine odaklanmışlardır. Diğer taraftan güvenilir bulutun en belirgin özelliğinin kullanıcı gizliliği

(privacy) olduğunu ifade etmişlerdir. Chonka [8] bulut mimarilerine karşı geliştirilecek ataklar ve karşı önlemler üzerine bir çalışma yürütmüştür. DOS tabanlı ataklara karşı alınabilecek önlemler üzerinde durmuşlardır. Lombardi [9] bulut hesaplama sistemlerinde güvenlik sanallaştırma işlemleri üzerinde çalışmalar gerçekleştirmiştir. Sanallaştırma işlemleri ile gerçek verilere doğrudan erişimin engellenmesi ve bu yolla verinin ham halinin korunması amaçlanmıştır.

SETI@home [1] projesi bir gönüllü hesaplama projesinin potansiyel gücünü ortaya çıkarması açısından önemli bir çalışma olmuştur. Bu çalışmada tamamı gönüllülük esasına dayalı olan istemci bilgisayarlar ara-yazılım üzerinden belirledikleri alt ve üst sınırlara göre kaynaklarını hesaplama işlemlerine adanmıştır. Bayanihan [3] adlı çalışmada yine benzer şekilde JAVA tabanlı platform kullanılarak gönüllü bir hesaplama projesi gerçekleştirilmiştir. Hesaplama sistemine katılım tarayıcı üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Yapılan bu çalışma ile gönüllü ve bulut hesaplama (volunteer-cloud) sistemlerinin melez (hybrid) olarak kullanıldıkları ve bir küresel hesaplama topluluğuna ait hesaplama gücünde veri güvenliği açısından yaşanan değişimlerin incelenmesi amaçlanmıştır. Bulut kaynakları ve gönüllü üstlenicileri kontrol edebilmek için Boinc [2] ara-yazılım çatı uygulaması değişikliğe uğratarak kullanılmıştır.

III. HESAPLAMA ALTYAPISI

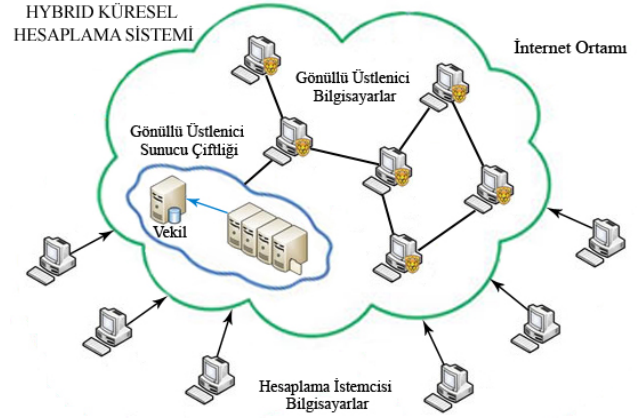
Gönüllü Hesaplama: İnternet ortamında dağıtık şekilde yer alan bilgisayarların kaynaklarının kullanıcıları tarafından adanması ile hesaplama işlemlerinin yürütülmesi esasına dayanan paralel hesaplama ağıdır. P2P hesaplama olarak ta bilinir. Bu hesaplama yapısında hesaplama ağı genelde bir ara katman yazılımı (middleware) aracılığıyla oluşturulur.

Bulut Hesaplama: Kullanıcıların herhangi bir ara katman yazılımı (middleware) ya da ek donanım kurmadan internet ortamında sunucu çiftlikleri şeklinde yer alan bilgisayar topluluklarına hesaplama işlemleri yaptırabildikleri hesaplama ağlarıdır. Genellikle ticari nitelikteki hesaplama işlemleri için kullanılmaktadırlar. Bu hesaplama türünde internet (bulut) ortamındaki sunucu çiftlikleri kiralanır ve kiralanılan sunucuların ve ek donanımlarının kullanıldıkları süreye bağlı olarak hizmet ücreti servis sağlayıcısına ödenir. Altyapısında PaaS (Platform as a Service), SaaS (Software as a Service), SEaaS (Security as a Service) gibi internet servisleri yer almaktadır.

Gönüllü Bulut Hesaplama: Kullanıcıların hesaplama ortamına katılıp hesaplama işlemlerini üstlenebileceği gibi, aynı zamanda hiçbir hesaplama işlemi üstlenmeden sadece hesaplama sonuçlarını alabilmek için bilgisayarlarını kullanabildikleri dağıtık hesaplama ağıdır. Gönüllü hesaplama ve bulut hesaplamanın birleşik bir yapısı olan bu hesaplama ağında hesaplama işlemlerine katılabilmek için gönüllü hesaplama olduğu gibi bir ara katman yazılımına (middleware) ihtiyaç vardır. Bunun yanında sadece kullanıcı tarafından hesaplama ünitelerine girilen verilerden elde edilen hesaplama sonucunu almak için ise mevcut tarayıcı (browser) programları üzerinden sonuçları görüntülemek mümkündür.

A. Gönüllü Bulut Modeli

Şekil 1.' de hesaplama ortamının gönüllü hesaplama esasına göre çalışan yapısı gösterilmektedir. Burada üstlenici bilgisayarlar tekil gönüllü üstleniciler ve birden çok sayıda bilgisayar içeren sunucu çiftliklerinden oluşmaktadır.



Şekil 1. Yürütülen küresel hesaplama ortamı

Sunucu çiftlikleri şekilden de anlaşılacağı gibi hesaplama ortamına vekil aracılığıyla bağlanmaktadır. Bu durum bu bilgisayar topluluklarının tekil gönüllü üstlenicilerden bariz farkını ortaya koymaktadır. Hesaplama ağı üzerinde herhangi bir iş yükü almadan sadece hesaplama işlemleri yaptıran diğer bilgisayarlar ise hesaplama istemcisi bilgisayarlar olarak adlandırılmıştır. Tüm bu üstlenici bilgisayarların oluşturduğu yapı ise gönüllü bulut esasına dayalı küresel hesaplamanın kendisini teşkil etmektedir.

B. Gönüllü Bulut Sistemi Avantajları

Maliyet: Gönüllü bulut maliyet olarak normal süper bilgisayarlara nazaran oldukça ekonomik bir yapıdadır. Çünkü her bilgisayar hesaplama işlemleri için potansiyel bir iş yükü paylaşıcısıdır.

Kullanım kolaylığı: Gönüllü bulut fiziki olarak karmaşık bir yapıya sahip değildir. Tek noktadan tüm bileşenler (sunucu, iş yüklenici vb) kontrol edilebilir. Yönetimi oldukça kolaydır. Ortamdan ayrılan bir bilgisayar hesaplama işlemleri yapılırken herhangi bir sorun yaşatmaz.

Ölçeklenebilirlik: Gönüllü bulut yapısı itibarıyla ölçeklenebilirdir. Yani hesaplama işlemlerine yönelik bilgisayar katılımı sayısı bakımından herhangi bir sayısal sınırlama söz konusu değildir. Hesaplama işlemlerini yüklenmek isteyen her bilgisayarın çatı uygulamasını kurması yeterlidir. Diğer taraftan, katılım yapacak olan bilgisayarların hangi platformda olduğu da önemli değildir (Windows, Linux, Mac OS vb).

Sürdürülebilirlik: Gönüllü bulut hesaplama yazılımsal olarak gerçekleştirildiğinden sürekli olarak geliştirilerek kullanım ömrü sınırlaması ortadan kaldırılabilir. Ayrıca, buluta her geçen gün yüksek donanımlı yeni bilgisayarlar da katılabilir ve yeni teknolojiler de kolayca entegre edilebilir. Katılım gösteren iş yükü üstlenicisi bilgisayarlar, eski ya da yeni

donanımlı olmaları fark etmeksizin, kendi donanımları ölçüsünde iş yüklerini paylaşmaktadırlar.

Güvenlik: Gönüllü bulutu kullanan bir kullanıcı verilerin güvenliği ile ilgili ek bir önlem almak zorunda değildir. Çünkü hesaplama istemcisi bilgisayarlar buluta sadece verileri gönderir ve bu gönderim sonrasında verilerin güvenliğini bulutun kendisi sağlamaktadır. Diğer bir ifadeyle, bulutta yer alan hesaplama işlemlerini yürüten bilgisayarlar bu işi üstlenmiştir. Bu durumda hesaplama işlemleri yaptıran bu bilgisayarlar güvenlik için ek bir önlem almak zorunda kalmamaktadır. Sonuç olarak ta hesaplama istemcisi olan bu bilgisayarlarda veri güvenliği için fazladan kaynak tüketimi gerekmediğinden, performans kazancı sağlanmıştır.

IV. HESAPLAMA SİSTEMİ KAYNAKLARI

Yapılan çalışmada VGS' nin (Veri Güvenlik Sistemi) uygulandığı gönüllü bulutun yapısı ile ilgili istatistiksel veriler elde edilmiştir. Hesaplama bulutunun sahip olduğu performans, tasarlanan ara-yazılım uygulaması aracılığıyla ve değişikliğe uğratılan Dhrystone [10] sentetik hesaplama karşılaştırmalı değerlendirme (benchmark) programının çeşitli zaman aralıklarında çalıştırılmasıyla, donanım kaynakları bakımından ölçülmüştür. Bu istatistikî ölçümler işlemci gücü, bellek, disk boyutu, ağ bant genişliği performansı ve hesaplama ağına katılım şeklindeki başlıklar altında detaylı olarak incelenmiştir. Böylece küresel hesaplama için tasarlanan VGS' nin çalıştırıldığı hesaplama ortamını tanıttıcı donanım kaynaklarına ait ortalama performans verileri elde edilmiştir.

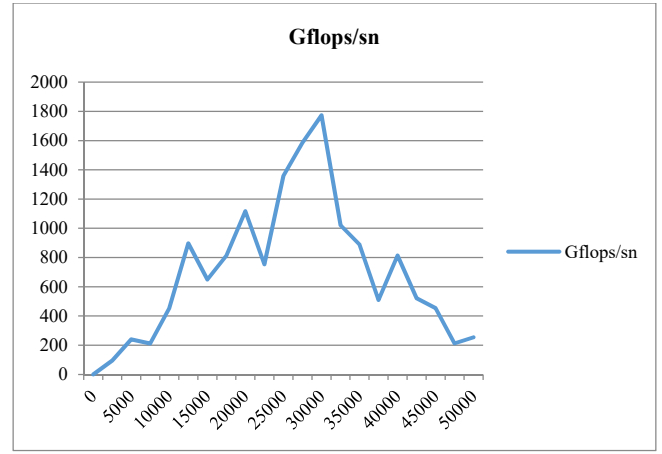
Donanım kaynaklarının performans ölçümü, gönüllü bulutun var olan potansiyel hesaplama gücünün güvenlik açısından etkilene durumunu tespit etmek için önemli ve gereklidir.

A. Veri İşleme Gücü

Gönüllü bulut hesaplama ortamına katılan gönüllü üstleniciler ve sunucu çiftliklerinde yer alan bilgisayarların %68 gibi büyük bir bölümü çok çekirdekli (multicore) tek işlemcili bilgisayarlardan oluşmuştur. Hesaplama ağına yer alan %27' lik bölümde ise bilgisayarlar tek çekirdekli (single core) ve tek işlemcili olarak katılım gerçekleştirmiştir. Ek olarak, tek çekirdekli ve tek işlemcili olan bilgisayarların bir kısmı Intel Hyper Threading (HT) teknolojisine sahip birimlerden oluşmuştur. Kalan %5' lik bölümde ise tek çekirdekli ve çok işlemcili bazı sunucu istasyonları bulunmaktadır. Hesaplama gücünün hesabı için [12] çalışmasında kullanılan yöntemle benzer bir yöntem kullanılmıştır:

$$H_G = D_{ver} * A_{ver} * H_{yedek} * D_{pay} * H_{flops} * U_{life} * U_{scpu} \quad (1)$$

Burada, H_G hesaplama gücünü, D_{ver} donanım kaynakları ortalama verimini, A_{ver} ortalama ağ performansı verimini, H_{yedek} yedekleme ünitesinin tükettiği ortalama kaynağı, D_{pay} paylaşılan ortalama donanım kaynağını, H_{flops} işlemci başına düşen ortalama kayan nokta işlemlerini, U_{life} ortalama üstlenici yaşam süresini ve U_{scpu} üstlenici başına düşen ortalama işlemci sayısını temsil etmektedir.

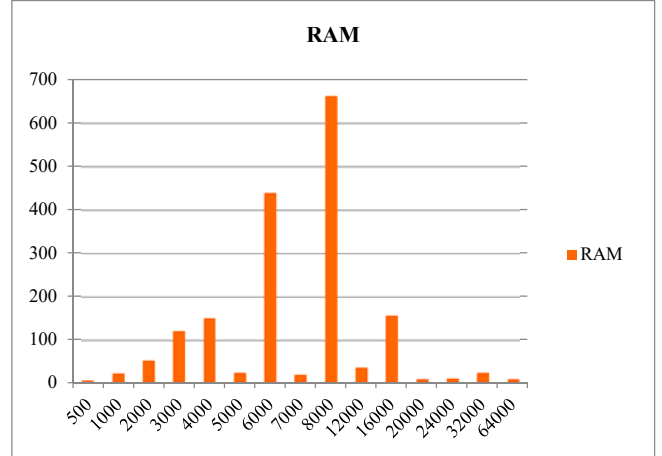


Şekil 2. Kayar nokta işlem gücü (Üstlenici sayısı – Gflops/sn)

Küresel hesaplama açısından periyodik olarak alınan veriler ile toplam işlemci performansı değerleri elde edilmiştir. Sonuçlar ise üstlenici makine sayısına karşılık işlemci performansının kayar nokta işlemleri olarak yorumlanacak şekilde gözlemlenmesine olanak vermiştir. Şekil 2.' de bu durum verilmiştir.

B. Bellek Birimi

VGS' nin çalıştırıldığı gönüllü bulut üzerinde hesaplama işlemini yürüten gönüllü üstlenicilerin ortalama sahip olduğu mevcut fiziksel RAM miktarı 8.12GB kadardır. Şekil 3.' te grafiksel olarak üstlenici bilgisayar sayılarına karşı bellek dağılım grafiği verilmiştir. Buna ek olarak, üstlenici bilgisayarların işletim sistemleri tarafından paylaşılan ortalama bellek miktarı ise 4.15GB olarak tespit edilmiştir.



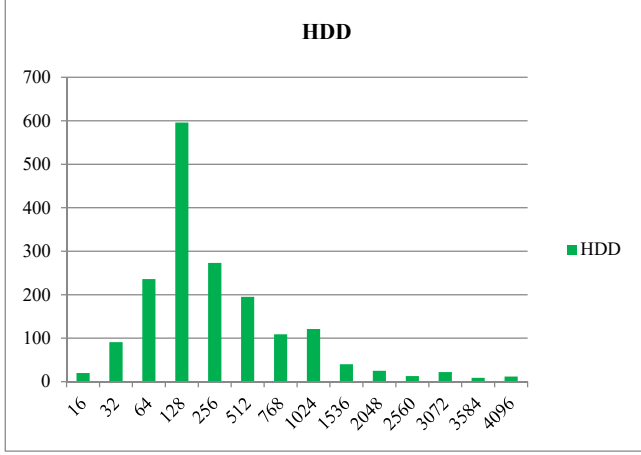
Şekil x. Bellek (RAM) dağılım grafiği (Üstlenici sayısı – Bellek miktarı)

C. Depolama Birimi

Hesaplama üstlenicilerinin istemcilerin erişimine sunduğu mevcut disk boyutu, toplam disk alanı ve boş disk alanı olmak üzere hesaplama çatısının (framework) kurulduğu bilgisayarlardaki disk birimleri üzerinde iki farklı ölçüm sonucu olarak hesaplanmıştır. Elde edilen veriler sonucunda birim bilgisayar başına düşen ortalama disk boyutu 435 GB olarak

bulunmuştur. Diğer taraftan birim bilgisayar başına düşen boş disk boyutu ise 176 GB olarak tespit edilmiştir.

VGS' nin yürütüldüğü küresel hesaplama bulutunda ise bilgisayar başına ortalama 16MB kadar bir disk kullanımı sağlanmıştır. Toplam disk boyutu 766,47 TB olarak hesaplanmıştır, aynı zamanda toplam boş disk alanı ise 310,11 TB düzeyinde ölçülmüştür. Şekil 4.' te toplam disk dağılımı grafiksel olarak gösterilmiştir.



Şekil 4. Üstlenici başına toplam disk boyutu dağılım grafiği

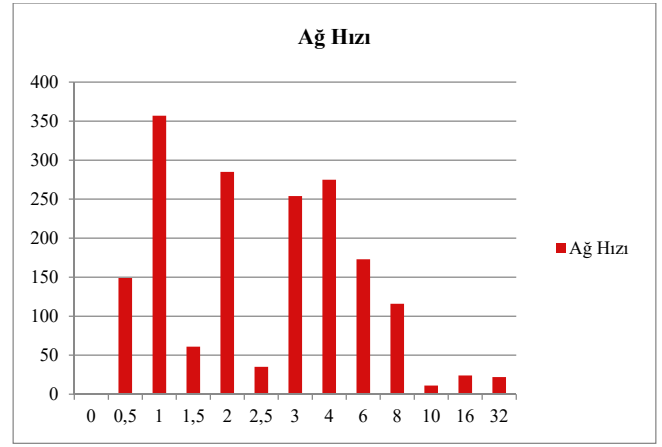
Hesaplama üstlenicilerinde yer alan paylaşıma kapalı ya da şifrelemeli olarak korunmaya alınmış disk birimlerinin boyutları ise ölçülememiştir. Bu yüzden bazı makinelerde toplamda ya da boşta olan disk boyutu hesaplamalarında eksik tahmin edilme durumu gerçekleşmiş olabilir. Ölçümlerin olağan şekilde yapılabildiği bilgisayarlar üzerinde yer alan disk birimleri ağ erişimine açık olan birimlerdir.

D. Ağ Bant Genişliği

Hesaplama bulutunun bütünü göz önüne alınarak gerçekleştirilen testlerde ortalama ağ iletişim hızı 450 Kbps (Saniye başına düşen bit düzeyinde veri miktarı) olarak ölçülmüştür. Bazı üstlenicilerde konumları itibarıyla bu hız çok daha yukarı değerlerde iken, bazılarında ise bu değerlerin altında ölçümler tespit edilmiştir. Şekil 5.' te üstlenici sayılarına karşı ağ dosya indirme hızları verilmiştir.

Veri transfer hızı bant genişliğinin artması ile doğru orantılı olduğundan, yüksek bant genişliğine sahip fiber iletişim hatlarının olduğu birimlerde en sağlıklı veri transferi işlemleri gerçekleştirilmiştir. Hesaplama bulutunun performansında ağ iletişimi özelliklerinin; hız, bant genişliği ya da protokoller gibi unsurların belirleyici etkenler olduğu kabul edilmiştir.

Üstleniciler, istemciler ve üstlenici-istemciler arasında gerçekleşen ağ iletişimde 0 – 32 Mbps arası değişen ortalama ağ hızı oranları tespit edilmiştir. Ulaşılan ortalama indirme ve yükleme (download and upload) hızlarının istemcilerin ve üstlenicilerinin konumlarına göre farklılaştığı gözlemlenmiştir. Her ne kadar üstlenici sayısında artış olsa da hesaplama gücünün artmasının tüm hesaplama ağına yansımalarının paralel biçimde ağ bant genişliğinin de artmasıyla mümkün olduğu tespit edilmiştir. Bu tespitle hesaplama gücünde ağ bant genişliğinin kısıtlayıcı bir etken olduğu söylenebilir.



Şekil 5. Ağ dosya indirme hızı dağılım grafiği

E. Hesaplama Ağına Katılım

Küresel hesaplama bulutunda performans kapasitesini belirleyen en temel faktör hesaplama ağına katılım gerçekleştiren üstlenici makinelerin sayısıdır. Üstlenici makinelerin bu ağa katılımını küresel hesaplama bulutunun kullanıcılar arasında oluşturduğu genel ilgi ve faydaları gibi etkenlere dayanmaktadır. Hesaplama bulutunun genel olarak uyandırdığı ilgi seviyesi ile buluta katılım arasında doğru bir orantı bulunmaktadır.

Ağa katılım oranı yükseldikçe bu artışa paralel olarak gönüllü bulutun işlem hesaplama gücünde de artış olmuştur. Hesaplama ağına bağlanacak maksimum sayıdaki bilgisayar miktarı şeklinde sayısal bir tepe değeri bulunmamaktadır. Ancak bu tepe değeri olmasa bile ağ bant genişliği maksimum ölçüde bir yere kadar genişleyebileceğinden, kısıtlayıcı bir etken olarak düşünülebilir. Ek olarak, bir yandan da hesaplama bulutunda çalıştırılmaya elverişli paralelleştirilebilen problemlerin bulunması da ayrı bir kısıtlayıcı etkindir. Çünkü mevcut her problemin çözümünü paralel hesaplama ortamlarında gerçekleştirmek mümkün değildir. Bu kısıt için en uygun durum olarak tek fonksiyondan oluşan 'x+y' gibi basit bir formülün hesaplanması verilebilir. Hesaplama ağına katılım gerçekleştiren bilgisayar grupları aşağıdaki gibi olmuştur:

- Gönüllü Üstleniciler (Üstlenici)
- Sunucu Çiftlikleri (Üstlenici)
- Hesaplama İstemcileri (İstemci)

V. METOT & ÖN-GÖZLEM

Bu bölümde gönüllü bulut üzerinde ara-yazılım aracılığıyla kullanılan veri şifreleme yöntemleri anlatılmış ve karmaşık yapı ve türdeki bir veri topluluğuna uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Veri güvenliğinin gerektiği durumlarda, verilerin kullanıldığı ortam dışında diğer ortamlar tarafından erişimini, okunması ve yazılmasını engellemek için kullanılan veri şifreleme yöntemlerinin genel adına kriptografi denilmektedir.

A. Veri Şifreleme Algoritmaları

RC6: RC6 simetrik anahtarlamalı bir şifreleme tekniğidir. Blok tabanlı olarak çalışır, blok boyutu genellikle 128 bit olarak seçilmektedir. Genel olarak 128, 192 ve 256 bit anahtar büyüklüğünde çalışmak için uygundur. Hızlı ve güçlü bir

şifreleme sağlar. RC5 şifreleme tekniğinin genişletilmiş şeklidir, anahtar genişleme işlemi RC5 tekniğindeki benzer şekilde işlemektedir. Güvenli, hızlı ve kuvvetli şifreleme sağlayan basit bir şifreleme tekniğidir.

AES: AES (Advanced Encryption Standart) DES şifreleme tekniği yerine NIST [16] tarafından önerilmiştir. 128 – 192 – 256 bitlik anahtarlar büyüklüğü bu şifreleme tekniği için idealdir. Genellikle 128 bitlik bloklar üzerinde çalışmaktadır. Bu şifreleme tekniğine karşı tek etkili yol saldırganın bütün karakter kombinasyonlarını şifrelemeyi çözmek için kullandığı 'brute force' saldırısıdır. Block tabanlı olarak çalışır.

Blowfish: Block tabanlı olarak çalışan simetrik bir şifreleme tekniğidir. 32 – 448 bit arası uzunluktaki anahtarlar bu şifreleme tekniğine uygundur. Güçlü bir şifreleme ortamı sağlar. 64 bitlik bloklar üzerinde çalışmaya uygundur. Diğer tekniklere göre zayıf bir anahtarlar gerektirmesine rağmen, şu ana kadar brute force vb. bilinen bir yolla çözülmesi mümkün olmamıştır.

B. Şifrelemeli Hesaplama Gücü

Oluşturulan melez küresel hesaplama bulutunda, hesaplama gücü HG ile ifade edilsin (HG hesaplama işlemi bölüm IV' de belirtilmiştir) ve 1000MB (1GB) parçacıklı veriyi işleyecek üstleniciler u1, u2, ...un ile ifade edilsin. Her bir üstlenicinin hesaplama gücü HG_{u1}, HG_{u2}, ..., HG_{un} şeklinde gösterilsin. Veriler üzerinde şifreleme yapmadan, sadece hesaplama yapıyorken geçen süre her üstlenici için t₁, t₂, ..., t_n ile ifade edilsin. Hesaplama verilerini şifreleme için geçen süreler her üstlenici için RC6 kullanılıyorken t_{r1}, t_{r2}, ..., t_{rm}, AES kullanılıyorken t_{a1}, t_{a2}, ..., t_{an} ve Blowfish kullanılıyorken t_{b1}, t_{b2}, ..., t_{bn} olsun. O halde, ağ iletişimi kısıtları göz önüne alınmaksızın VGS' nin hesaplama bulutu üzerinde çalıştırılmasıyla ortaya çıkacak toplam hesaplama gücü,

RC6 için;

$$HG_R = HG_{u1} \frac{t_1}{t_{r1}} + HG_{u2} \frac{t_2}{t_{r2}} + \dots + HG_{un} \frac{t_n}{t_{rn}}$$

AES için;

$$HG_A = HG_{u1} \frac{t_1}{t_{a1}} + HG_{u2} \frac{t_2}{t_{a2}} + \dots + HG_{un} \frac{t_n}{t_{an}}$$

Blowfish için;

$$HG_B = HG_{u1} \frac{t_1}{t_{b1}} + HG_{u2} \frac{t_2}{t_{b2}} + \dots + HG_{un} \frac{t_n}{t_{bn}}$$

Formülleri kullanılarak hesaplanabilir. Ortalama hesaplama gücü,

HGO ise;

$$HGO = \frac{HG_T}{Z_T}$$

Formülü ile hesaplanabilir. HG_T toplam hesaplama gücü ve Z_T ise geçen zamanı ifade etmektedir.

C. Deneyisel Gözlemler

VGS' nin kullanıldığı her makine de veri gönderim ya da veri alım işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu gönderim ve alım işlemleri öncesinde her bir veri kümesi şifreleme işlemine tabi

tutulmuş, sonraki adımda şifreli veriler merkezi yönetim sunucusu tarafından hesaplama ortamında dağıtılmıştır. Daha sonra bu veriler istemci tarafı uygulama tarafından üstlenici ve istemci makinelerin tanıyabileceği ve üzerinde işlem yapabileceği anlamlı verilere dönüştürülmüştür.

Aşağıda Tablo 1' de 1000 MB boyutundaki çoklu dosya topluluğu (.txt, .jpeg, .png, .avi, .wmv, .mp3, .pdf vb) için gerçekleştirilmiş şifreleme işlemlerinde algoritmaların hızlarını ve küresel hesaplama bulutunun performansında oluşan değişimleri gösteren karşılaştırmalar yer almaktadır. Bu testte tüm şifreleme algoritmaları için 256 bitlik anahtarlar kullanılmıştır. AES ve RC6 için 128 bitlik bloklar kullanılırken Blowfish için 64 bitlik bloklar kullanılmıştır. Veri güvenliği altyapısı olmadan yapılan hesaplamalar için geçen süre t, veri güvenlik altyapısı kullanılarak yapılan aynı hesaplamalar için geçen süre t_g ve algoritmaların sistemde oluşturduğu şifreleme süresi t_s olmak üzere;

$$t_s = t - t_g$$

Aşağıda belirtilen süreler, hesaplama dağıtımı yapan ana sunucunun üzerinde çalıştırılan ara-katman yazılımının içerisinde dâhil edilen performans ölçüm aracı kullanılarak oluşturulan performans raporlamasından elde edilmiştir.

TABLO 1. ŞİFRELEME ALGORİTMALARI KARŞILAŞTIRMASI

Şifreleme Türü	Şifreleme Süresi (s)	Hesaplama Gücü (GFLOPS)
AES/ECB	0.0064	4659
Blowfish/CTR	0.0112	4568
RC6	0.0081	4621

Test amacıyla 1000 MB boyutundaki bu parçacıklı dosya topluluğu hesaplama bulutunun tümüne merkezi birim aracılığıyla dağıtılmıştır. Daha sonra bu dosyaları alan her bir üstlenici dosyaları ara-katman yazılımına entegre edilen şifreleme modülleri ile verileri yönetici iş istasyonu bilgisayara göndermiştir. Merkezi hesaplama yönetim biriminin barındırdığı donanım aşağıdaki Tablo 2' de verilmiştir.

TABLO 2. MERKEZİ HESAPLAMA YÖNETİM BİRİMİ DONANIMI

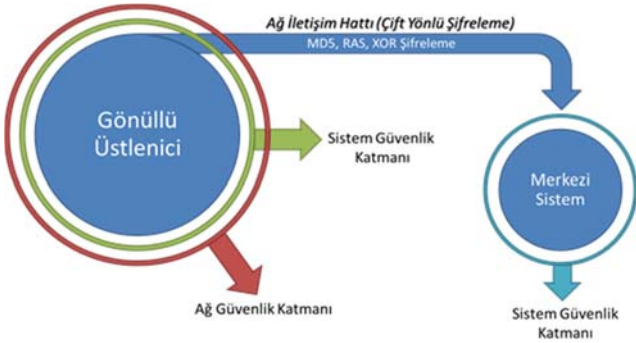
Donanım	Tip	Model	Hız	Diğer
Anakart	Intel Ser.	S2600GL	X2 Proc.	I/O Exp.
İşlemci	Xeon	E5-2643	3.3 GHz	10Mb Ch
Ram	Kingston	HyperX	1600Mhz	64GB
Harddisk	WD SSD	64S-7150	3Gb	8x64GB
Ekran K.	Nvidia	Q-5000	120Gb/s	GDDR5

VI. HESAPLAMA ÜNİTELERİ GÜVENLİĞİ

A. Üstlenici Bilgisayar Güvenliği

Hesaplama ağı üzerinde gönüllü üstlenicilerle merkezi birim arasında ağ iletişim hattı üzerinde gerçekleşen veri transferi işlemlerinde çift yönlü şifreleme gerçekleştirilmiştir, Şekil 6. Çift yönlü şifreleme işlemlerinin gerçekleştirilmesinde RC6, AES ve Blowfish olmak üzere yaygın olarak bilinen üç farklı

şifreleme algoritması kullanılmıştır. Her birinin hesaplama bulutunda oluşturduğu iş yükü; performans ölçütlerinin (cevap zamanı, şifreleme süreleri ve gecikme süreleri) parametreleri göz önüne alınarak hesaplanmıştır.



Şekil 6. Tasarlanan küresel bulutta gönüllü üstlenici güvenliği diyagramı

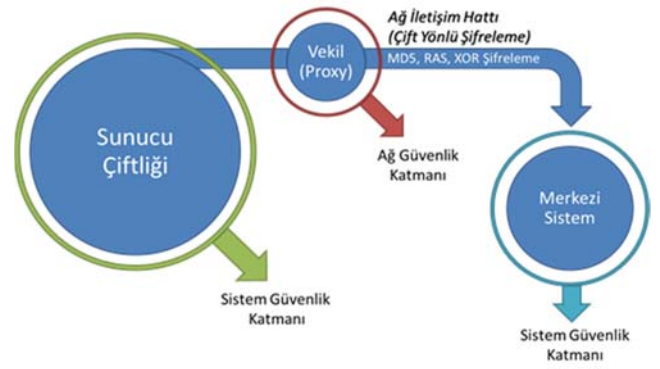
Gönüllü üstlenicilerde veri güvenliği yeni bir yaklaşımla tasarlanmış çift katmanlı bir yapıyla sağlanmıştır. Bu katmanlar sırasıyla sistem güvenlik katmanı ve ağ güvenlik katmanıdır.

Sistem güvenlik katmanı: Bu katmanda çalışan güvenlik modülleri sadece verilerin şifrlenmesi değil bunun yanında bilgisayara yedeklenmesinden de sorumludur. Veriler hesaplama yapan üstlenici bilgisayarlarda şifrenerek yedeklenmiştir. Buradaki amaç hesaplanan ya da hesaplanacak verilere dışarıdan müdahale edilmesini engellemektir. Diğer bir ifade ile genel amaç; gönüllü bulutta özel verilerle hesaplama işlemleri yaptıran kullanıcılar için veri güvenliğini sağlayarak, dışarıdan bu verilere sınırlı erişim hakkı (sadece okuma gibi) sağlamak veya tamamen engellemektir.

Ağ güvenlik katmanı: İkinci güvenlik katmanı olan bu katmanda ise veriler iletişim esnasında doğrudan doğruya açık bir şekilde gönderilmek yerine kriptografik şifreleme modülleri ile şifrenerek merkezi birime gönderilmektedir. Aynı durum merkezi birimden üstlenici bilgisayarlara veri transferi olduğunda da söz konusudur. Bu katmanda veriler ağ iletişim hattı üzerinden gönderilmeden önce socket programlamaya uygun biçimde tasarlanmış güvenlik protokolleri ile şifrenilmektedir.

B. Sunucu Çiftlikleri Güvenliği

Bir diğer üstlenici bilgisayar topluluğu olan sunucu çiftliklerinde de normal gönüllü üstlenicilerdekine benzer şekilde veri güvenliği yapısı mevcuttur. Şekil 7.' de VGS' nin bulutta yer alan sunucu çiftlikleri için sağladığı güvenlik, diyagram ile gösterilmiştir. Aynı şekilde çift yönlü şifreleme yapısı ağ iletişim hattı üzerinde gerçekleştirilmiştir. Üstlenici bilgisayarlardan farklı olarak, sunucu çiftliklerinde güvenlik; çift katmanlı güvenlik yapısının birbirinden ayrı olarak çalışmasıyla gerçekleştirilmiştir. Sunucu çiftliğinde yer alan üstlenici bilgisayarlarda sistem güvenlik katmanı çalıştırılmıştır. Sunucu çiftliğinin internete açılan kapısı olan vekil (proxy) bilgisayarda ise ağ güvenlik katmanı çalıştırılmıştır. Bu yol ile sunucu çiftliklerinde veri güvenliği tesis edilmiştir.



Şekil 7. Tasarlanan küresel bulutta sunucu çiftliği güvenliği diyagramı

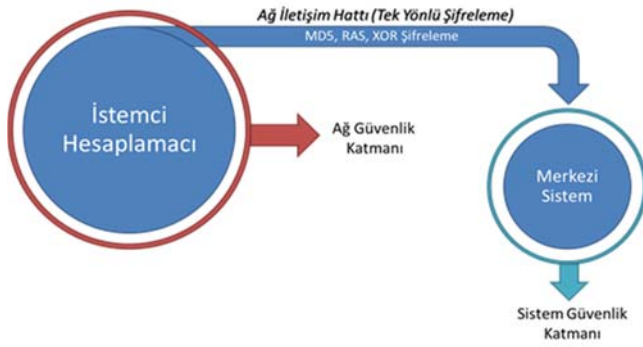
Güvenlik katmanlarının bu şekilde ayrı olarak çalıştırılmasının temelinde performans kazancı elde edilmesi yatmaktadır. Sunucu çiftliğini oluşturan üstlenici bilgisayarlarda tasarlanan güvenlik modüllerinin sadece ilk katmanı olan sistem güvenlik katmanı çalıştırılmaktadır. Netice itibarıyla hâlihazırda hesaplama işlemleri ile meşgul olan üstlenici bilgisayarların ek iş yükü altına girmemesi sağlanmıştır. Çünkü ikinci güvenlik katmanı olan ağ güvenlik katmanı sadece vekil (proxy) bilgisayar üzerinde çalıştırılmıştır. Ağın tek çıkış noktasının (vekil) kontrolünü sağlamak her bilgisayarda ağ iletişim hatlarının kontrolünü ayrı ayrı sağlamaktan daha akılcıca bir yöntemdir. Zaten her üstlenici veri alış-verişini vekil üzerinden yapmaktadır. Bu yüzden performans kazanımının bu yolla genişletilmesi bir tercih sebebi olmuştur.

Sunucu çiftliklerinin güvenliği tek bir vekil üstlenici makinesi ile gerçekleştirildiğinden, genelde aynı sayıdaki benzer donanıma sahip tekil üstlenicilerin oluşturduğu işlem hesaplama gücü, yine aynı sayıda makine içeren sunucu çiftliklerinin işlem hesaplama gücünden daha az olmuştur. Bu durum vekil üzerinden güvenliği sağlamanın avantajını açıkça ortaya koymaktadır.

C. Hesaplama İstemcileri Güvenliği

İstemci makineler VGS' de hesaplama işlemine, hem üstlenici görevi hem de hesaplama işlemi yapan makineler hariç, dâhil olmazlar. Sadece istemci rolündeki bu makineler VGS' ne kendi verilerini girerek istediği hesaplama işlemi için istek (request) yapar ve hesaplama işlemi sonucu gerçekleştirildiği süreç sonunda cevap (response) olarak VGS tarafından bu makinelerle gönderilir. Şekil 8.' de görüldüğü gibi bu istek-cevap döngüsünde veri kaybına önlem olarak ağ iletişim kanallarının güvenliği sağlanmıştır. İstemcileri, verileri küresel hesaplama bulutuna göndermesinden itibaren gerçekleşen hesaplama döngüsünde veri güvenliği üzerinde hiçbir etkinliği bulunmamaktadır. Bu çalışma yapısı işleyiş itibarıyla klasik bulut hesaplama yapısına benzemektedir.

İstemci tarafında güvenlik sadece VGS' ne hesaplanacak veriler girilirken söz konusudur. Çünkü hesaplama işlemleri yaptıran istemci verilerinin hesaplama ortamına girilmesinden sonra güvenliği VGS tarafından sağlanmaktadır. Verilerin üstlenicilere doğru bir şekilde aktarılmasıyla, hesaplama işlemlerinden doğru sonuçlar beklenebilir.



Şekil 8. Tasarlanan küresel bulutta hesaplama istemcisi güvenliği diyagramı

İstemci makine verilerini ara-yazılım çatı uygulaması ara yüzü ile form ortamına girdikten sonra veriler kullanıcıya bir kez daha gösterilerek onay vermesi beklenir. İstemci verilerin doğrulama işlemi için onay verir vermez kriptografik güvenlik algoritmaları devreye girerek istemci tarafında girilmiş olan bu veriler veri transfer işlemi yapılmadan önce tamamen şifreleme işlemine tabi tutulur. Bu şifreleme işlemi bittikten sonra veriler ağ iletişim hattı üzerinde VGS' ne gönderilmeye hazırdır. İstemci tarafında şifrelenen (encrypt) bu veriler üstlenici tarafına gönderildiğinde çözülerek (decrypt) üzerinde işlem yapılabilecek yapılara dönüştürülür.

VII. ANALİZ & DENEYSEL VERİLER

VGS' nin yürütüldüğü gönüllü bulut bütünüyle analiz edildiğinde yerel ağ üzerindeki hatlarla iletişim sağlayan ve belli bir grup bilgisayar ile gerçekleştirilen paralel hesaplama (parallel computing) tekniğine alternatif oluşturacağı söylenebilir. Paralel bir hesaplama ortamı oluşturmak için yerel ağlarda yüksek maliyetler söz konusudur. Aynı şekilde sınırlı zaman, sınırlı donanım gibi kısıtlayıcıları da olumsuz özellikleridir. Hâlbuki gönüllü bulut hesaplama tekniğinde bilgisayar sayısı ve donanım da bir sınırlama olmadığı gibi maliyette oldukça düşük olacaktır. Sınırsız zaman, düşük maliyet, sınırsız ölçeklenebilir özellikleriyle VGS katmanını barındıran gönüllü bulut hesaplama ve benzeri hesaplama ortamları karmaşık işlemler içeren ağır hesaplamalar için uygun bir seçenektir.

Veri güvenlik sisteminin küresel hesaplama bulutuna dâhil edilmesinin en önemli nedeni; gönüllü hesaplama ortamlarına anonim bir şekilde bağlantı kuran gönüllü üstlenicilere güvenilememesidir. Bu yüzden, gönüllü hesaplama temelli olarak yapılmış projede kötü niyetli ya da arızalı makinelerin hesaplama birimlerine etkisini en aza indirmek için şifreleme ve yedekleme modülleri (üstlenici, sunucu çiftliği) kullanılmıştır. Bu modül ile her görev üç farklı üstlenici üzerinde çalıştırılır. Eğer sonuçlar uygulama tanımlı tolerans değerleri ile uyuşursa, bu sonuçlar kabul edilir. Aksi takdirde, bir ikinci örnek çalıştırılır ve bu şekilde devam eder.

Veri güvenliğinin sağlandığı gönüllü bulut hesaplama ortamında, bulutun veri güvenliğinin sağlanmadığı yalın haline göre çok daha fazla bir veri trafiği oluşacaktır. Bu durum ise çok sayıda üstlenici ağ bağlantılarının doymasına neden olabilir. Bu bağlantıların doyması ise dışarıya giden bilgisayar ağı bağlantılarını çalışamaz hale getirebilir (ISP omurgalı ağlar ve

paylaşılan bağlantılar). Ağ bant genişliğinin hesaplama tekniklerine uygun bir hale getirilmesiyle birlikte bu tür hesaplama ortamı çalışmalarını sayısı daha da artacaktır. Elde edilen verilere dayanarak fiber ve uydu bağlantıları gibi yüksek kapasiteli ağ bant genişliği sunan ortamların, yüksek doyumluk seviyesinden kaynaklanan bağlantı probleminin çözümünde etkili olabileceği söylenebilir.

Gönüllü bulut için tasarlanan veri güvenliği katmanında yaygın olarak bilinen üç türlü şifreleme tekniği kullanılmıştır. Bu şifreleme teknikleri ile bir bulut ortamında veri güvenliğinin sağlanması ve sağlanmaması durumunda açığa çıkan performans durumları tespit edilmiştir, Tablo 3. Bu durumlar veri şifreleme süresi, performans kaybı ve gecikme süresinden oluşmaktadır. Yapılan testler sonucunda hesaplama ortamının var olduğu yaklaşık süre boyunca zamana bağlı ortalama değerler elde edilmiştir. Bu testlerde ağ doyumluğu ortalama 436,6 Mbps gündüz 271,3 Mbps gece olarak gerçekleşmiştir (gündüz: Türkiye saati ile: 08:00 – 20:00, gece:20:00 – 08:00 olarak kabul edilmiştir). Mevcut ağ kartının taşıma kapasitesinin 1000 Mbps olduğu göz önüne alınırsa doyumluk gündüz %43.7 gece ise %27.1 düzeyinde gerçekleşmiştir. Bu oranlar hesaplama ağının üzerinde oluşan ortalama değerlerdir. Normalde ağ iletişimi dalgalı bir seyirde gerçekleşmiştir. Bulut ortamında veri şifreleme süresi AES algoritması ile ortalama 0,0015 saniye, Blowfish algoritması ile ortalama 0,0012 saniye ve son olarak ta RC6 algoritması ile ortalama 0,0010 saniye olarak tespit edilmiştir. AES ile bulutta yaşanan performans kaybı 1000 MB boyutundaki bir parçacıklı veri (ses, video, .exe, metin, resim vb.) için %6,077, Blowfish ile %4,148 ve son olarak RC6 için %3,775 olarak tespit edilmiştir. Gecikme süresi olarak ta bulut üzerinde RC6 algoritması kullanırken en hızlı cevap alma süresi oluşmuştur. Çünkü en az gecikme RC6 ile ortalama 0.0011 saniye olarak tespit edilmiştir. Blowfish' de bu süre ortalama 0.0015 olarak bulunmuş ve son olarak bulut iletişiminde en geç cevap veren algoritma ortalama 0.0017 saniye ile AES olmuştur. Her bir şifreleme algoritmasında bulutta oluşan hesaplama güçleri ise aşağıdaki tabloda olduğu gibi bulunmuştur.

TABLO 3. ALGORİTMA ŞİFRELEME SÜRELERİ

Şifreleme Türü	Ortalama Şifreleme Süresi (s)	Hesaplama gücü karşılaştırma (GFLOPS)			
		Normal Hesap Gücü	Şifrelemeli Hesap Gücü	Fark (%)	Gecikme Süresi (s)
RC6	0.0064	48211	46209	3,775	0,0011
Blow./CT	0.0112	48211	45680	4,148	0,0015
AES/ECB	0.0081	48211	46591	6,077	0,0017

VIII. SONUÇ & GELECEK ÖNGÖRÜLER

Geliştirilen gönüllü bulut ortamında yapılan hesaplamalar ve sonuçları hızlı bir şekilde elde etme özellikleri gönüllü bulut hesaplama melez tasarımının gücünü açığa çıkarmaktadır.

Küresel hesaplama (Global Computing) olarak nitelendirilebilecek bu hesaplama altyapısı sistemleri, üzerinde dikkatle çalışılması gereken konular olmaktadır. Gönüllü bulut hesaplama ağlarında en önemli konulardan birisi hesaplama üniteleri üzerindeki güvenlik mekanizmaları olacaktır. Gerçekleştirilen VGS ile birlikte bu nitelikteki bir hesaplama gücü barındıran bir ağda veri güvenliği sağlanırken oluşan performans kaybı gözlemlenmiştir. Veri güvenliğinin sağlanması yoluyla hesaplama sonuçları istenilen ya da beklenen düzeylere paralel biçimde tutarlı olarak gerçekleşmiştir. Hesaplamalar üzerindeki hataların durumları ise bu çalışma içinde ele alınmamış daha sonraki bir çalışmaya bırakılmıştır.

Uygulamaların geliştirilmesi ve ağ bant genişliğinin yeni iletişim teknolojileri ve farklı teknikler aracılığıyla yüksek hızlara ulaşmasıyla beraber, tüm kullanıcı etkileşimli uygulamaların gelecekte küresel hesaplama, bulut hesaplama veya melez hesaplama sistemleri şeklinde geliştirileceği söylenebilir. Tabii ki bunun için geliştirici ve kullanıcıların önünde oldukça uzun bir süreç vardır. Standartların geliştirilmesi ve insanların bu teknolojilere alışmaları zaman alacaktır. Sonuçta insanlar, her zaman her yerden ve her platformdan bilgiye erişebilir ve onu işleyebilir hale geleceklerdir. Bu tür teknolojilerin gelişmesinde de en önemli etken ağ bant genişliği olacaktır. Çünkü bu sistemlere geçildiğinde bilginin ne kadar hızlı işlendiği faktörünün yanında bu bilginin karşılıklı iletişim yollarında ne hızda gönderilebildiği faktörü de etken olacaktır. Dolayısı ile küresel hesaplama ortamlarında veri haberleşmesi için kullanılan bu iletişim yolları üzerinde güvenlik üzerinde ayrıca çalışılması gereken bir alan olarak ortaya çıkmaktadır. İnternet yazılımları, onların barındırılabilmesi gönüllü ya da eşten eşe hesaplama, bulut hesaplama ve bu teknolojilerden türetilen melez sistemler yakın süreçte daha sık bir biçimde akademik çalışmalar ve ticari kullanıcı hizmetleri olarak karşımıza çıkacaktır.

Gelecekte bilgisayarlar belli bir hesaplama gücüne erişmiş olacağından, donanımsal olarak sürekli hız artırımına odaklanmak yerine bunun yanında mevcut donanımlardan azami ölçüde faydalanmak daha öncelikli olacaktır. Hâlihazırda dünya üzerinde mevcut sistem kaynaklarının çok küçük bir oranda kullanımı söz konusudur. Hesaplamaların karmaşıklığı sürekli arttığından devasa hesaplama laboratuvarları kurarak maliyeti artırmak yerine gönüllü katılım ve bulut sistemleri esas olmalıdır. Çünkü hesaplama işlemleri için üretilen her ürün maliyetinin yanında, üretim sonucu oluşan sera gazı salınımı gibi kötü çevresel etkileri de artırmaktadır. Gönüllü katılım ve bulut sistemleri ile maliyet düşeceği gibi bu hesaplamalarda kullanılacak kaynakların alınmamasından dolayı çevresel olarak ta bir tasarruf elde edilmiş olacaktır.

İnsanlar gelecekte sistem kaynaklarının bulut ortamlarında olduğu gibi (istediği kadar olan kısmını) kiralayarak para kazanma yoluna dahi gidebileceklerdir. Bu noktaya ulaşmadaki en önemli husus tüm kaynakların verimli bir şekilde çalışabileceği, veri kayıplarını önleyen ve güvenliği yüksek hesaplama ağları kurmaaktır.

REFERANSLAR

- [1] D.P. Anderson, J. Cobb, E. Korpela, M. Lebofsky, D. Werthimer, "SETI@home: An Experiment in Public-Resource Computing". Communications of the ACM, 45(11), pp. 56-61 November 2002.
- [2] D.P. Anderson. "BOINC: A System for Public-Resource Computing and Storage". 5th IEEE/ACM International Workshop on Grid Computing, Pittsburgh, PA, pp. 365-372, Nov. 8 2004.
- [3] L.F.G. Sarmenta, "Bayanihan: Web-Based Volunteer Computing Using Java". Lecture Notes in Computer Science 1368, Springer-Verlag, pp. 444-461, 1998.
- [4] A. Traian, "Cloud Computing Challenges and Related Security Issues". A project report written under the guidance of Prof. Raj Jain <http://www.cse.wustl.edu/~jain/cse571-09/ftp/cloud/index.html> 22(6), pp. 1-10, 2009.
- [5] B. Reingold, R. Mrazik, "Cloud computing: the intersection of massive scalability, data security and privacy". Cyberspace Law, 14(5), pp. 1-5, 2009.
- [6] N. Santos, K. P. Gummadi, R. Rodrigues, "Towards Trusted Cloud Computing". MPI-SWS, 11(6), pp. 1-5, 2009.
- [7] Z. Dimitrios, L. Dimitrios, "Addressing cloud computing security issues". Future Generation Computer Systems (Science Direct), 10.1016, pp. 1-10, 2010.
- [8] A. Chonka, Y. Xiang, W. Zhou, A. Bonti, "Cloud security defence to protect cloud computing against HTTP-DoS and XML-DoS attacks". Journal of Network and Computer Applications (Science Direct), 09-06(004), pp. 1-11, 2009.
- [9] F. Lombardi, R. Di Pietro, "Secure virtualization for cloud computing". Journal of Network and Computer Applications (Science Direct), 10-06(008), pp. 1-10, 2010.
- [10] R. P. Weicker, "Dhrystone: A Synthetic Systems Programming Benchmark". Communications of the ACM 27 (10), Oct. pp. 1013-1030, 1984.
- [11] C. Christensen, T. Aina and D. Stainforth, "The Challenge of Volunteer Computing With Lengthy Climate Model Simulation". To appear in 1st IEEE International Conference on e-Science and Grid Computing, Melbourne, Dec 5-8, 2005.
- [12] D. P. Anderson, G. Fedak, "The Computational and Storage Potential of Volunteer Computing". Seti@HOME, U.C. Berkeley, Space Science Laboratory, 24(10), pp. 1-8, 2008.
- [13] L.F.G. Sarmenta, S. Hirano, S. A. Ward, "Towards Bayanihan: Building an Extensible Framework for Volunteer Computing Using Java". in Proc. of ACM 1998 Workshop on Java for High-Performance Network Computing, Feb./Mar. 1998. Also published in Concurrency: Practice and Experience, pp. 10(11-13), 1998.
- [14] C. Evangelinos, C. Hill, "Cloud Computing for parallel Scientific HPC Applications: Feasibility of Running Coupled Atmosphere-Ocean Climate Models on Amazon's EC2". The First Workshop on Cloud Computing and its Applications (CCA'08). Chicago, IL 2008.
- [15] I. Foster, A. Iamnitchi, "On Death, Taxes, and the Convergence of Peer-to-Peer and Grid Computing". 2nd International Workshop on Peer-to-Peer Systems, Berkeley, pp. 20-21, Feb. 2003.
- [16] NIST: National Institute of Standards and Technology "<http://www.nist.gov/>", USA, 2016

A Study Based on Gray Level Co-Occurrence Matrix and Neural Network Community for Determination of Hypoxic Fetuses

Zafer CÖMERT

Department of Computer Engineering
Bitlis Eren University
Bitlis, Turkey
comertzafer@gmail.com

Adnan Fatih KOCAMAZ

Department of Computer Engineering
İnönü University
Malatya, Turkey
afkocamaz@hotmail.com

Abstract—Cardiotocography (CTG) is a monitoring technique used routinely during the pregnancy and labor and including the analysis of fetal heart rates and movements with uterine contractions. The fact that CTG signals are interpreted by experts generally with eye and CTG has high false positive rate results in intra- and inter-observer conflicts and causes the observers to frequently notice real pathological cases. Therefore, various computer-aided methods supporting diagnosis process have been developed. In this study, a new approach is suggested based on signal and image processing techniques in order to provide classification of CTG signals. In particular, morphological, spectral and statistical properties of CTG signals are obtained with the way defined conventionally. A spectrum of the signals containing time-frequency information was transformed into 8-bit gray-level image and it was enabled to build grey-level co-occurrence matrix (GLCM). In the final step, a combination of morphological, statistical, spectral and image-based properties was applied as input to the artificial neural network (ANN). In order to measure the performance of the proposed method, accuracy, sensitivity, specificity and quality indexes were used. The obtained results revealed that image-based features increased the classification success and they gave the best results when they were used with the conventional features.

Keywords— Cardiotocography, Fetal Heart Rate, GLCM, Classification, Artificial Neural Networks

I. INTRODUCTION

Cardiotocography (CTG) is a widely used monitoring method since the late 1960s to provide an assessment of the fetal condition. CTG is formed by recording fetal heart rate (FHR) and uterine contractions (UC) signals simultaneously and it is technically obtained externally with the help of a tocodynamometer and Doppler ultrasonography converter connected to the mother's abdominal wall [1]. Accurate interpretation of the FHR signals is particularly important because FHR signals carry vital information to facilitate an assessment of fetal condition. However, examination of FHR is carried out generally by experts with eyes and thus the assessment has a subjective quality. As a natural result of this case, CTG signals are not interpreted consistently and also the intra-observer and inter-observer differences are seen [2]. Therefore, various computer aided approaches supporting the

diagnosis process are suggested in the literature in order to provide a more objective evaluation of FHR.

Support vector machines (SVM), artificial neural networks (ANN), and fuzzy systems are the main approaches suggested. In this context, in their study Krupa et al., [3] used empirical mode decomposition (EMD) for obtaining FHR properties and they apply these obtained properties to a SVM classifier. To provide the determination of hypoxic fetuses, arranged various versions of SVM are used in similar purposes [4-6]. Meanwhile, ANN on CTG data is employed for many different purposes such as feature extraction [7], pattern recognition [8] and classification [9]. In addition, four main approaches to increase the performance of ANN-based clinical decision support systems are suggested by Frize et al. [10]. A pair of prototype based on fuzzy logic clustering was announced by Jezewski et al. [11]. The study was conducted on two benchmark databases and the evaluation quality of fetal situation has been enhanced. Czabanski et al. [12] proposed a fuzzy analysis system performing retrospective assessment depending on the birth outcome quality. Finally, studies comparing the classifier performances on classification of CTG signals are also found in the literature [13, 14]. Subasi et al. [14] compared the success of eight different classifiers on CTG data and they reported that they obtained the most efficient results with Random Forest (RF).

The essence of this study is based on the normal and abnormal classification of FHR signals. For this purpose, morphological, statistical and spectral properties expressed traditionally and used in many studies before were considered partially. The innovations that the study suggested include obtaining of contrast, correlation, energy and homogeneous properties with the help of gray level co-occurrence matrix (GLCM) by transforming spectral characteristics of CTG records into grey scale image format during the feature extraction as well as classification of them with ANN.

II. MATERIALS AND METHODS

Before the classification phase, all CTG records were subject to preprocessing process. After obtaining clear and

reliable signals, morphological, statistical and spectral properties were obtained, respectively. Then, by taking Short Time Fourier Transform (STFT) of each signal, the signals were shown in time-frequency spectrum. After transforming the spectrum image into 8-bit gray level image, contrast, correlation, energy and homogeneity features were obtained depending on GLCM and added into the feature set. Finally, classification of the signals was made with five-fold cross validation method and Table 2 shows the performance criteria obtained according to the experimental study. For computing environment, Matlab (2016a) was preferred.

A. Data Set

Even though computer-aided CTG analysis has been performed since the late 1960s, distribution of open access CTG databases is not very common. Exceptionally, suggested study was conducted on a database [15] which is located under Physionet and named as CTU-UHB. CTU-UHB database consists of 552 raw records. Each record is divided into four parts and each part was interpreted by nine experienced experts. Within the study, 100 CTG records having enough quality were chosen randomly from the related database. Only a single part of each record with 30 minutes in length was taken into consideration. As a result, a dataset was composed of 60 normal and 40 abnormal CTG records.

B. Preprocessing

Preprocessing is an indispensable step in processing of almost all biomedical signals [16]. As the nature of CTG, it contains various artefacts due to many reasons like millimetric motions of the mother and fetus, from measurement devices and delivery-related stress. In the proposed study, following procedures were conducted within the preprocessing step:

- Creation of the matrix named as zero matrix and holding the start, finish and length values of missing beats
- Interpolation of missing beats into the zero matrix
- Softening the signals given with Discrete Wavelet Decomposition (DWD) [17] and elimination of the noise problem
- Detrending

Figure 1 shows the image of a FHR record sample before and after pre-processing.

C. Conventional Features

Morphological, statistical and spectral characteristics of CTG signals were expressed traditionally in this study since they are used in many studies. To express in more details, various institutions publish different guidelines in order to interpret CTG as clinically consistent. In this context,

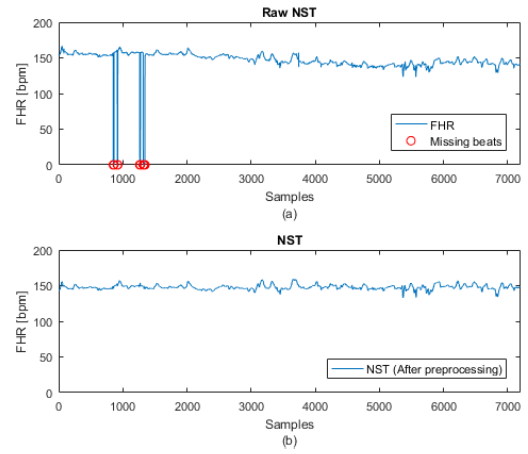


Fig. 1. (a) Raw NST (b) NST (after pre-processing)

International Federation of Gynecology and Obstetrics (FIGO) published the most accepted and used guideline [18]. In the proposed study, baseline heart rate, the number of deceleration and accelerations patterns defined by FIGO for morphological properties were taken into consideration. Statistically median, standard deviation, standard error, maximum, minimum beat value and range, variance, mean absolute deviation and median absolute deviation values were calculated. In frequency field, average frequency value and spectrum band power were taken into consideration [19]

D. GLCM Features

GLCM features are widely used for many different purposes as a texture descriptor especially in image processing applications. GLCM can be expressed as a directional pattern counter [20]. GLCM performs the pattern counting process with specially defined distance (δ) and angle (θ) parameter pair [21].

$$M_{\delta,\theta=0}(p,q) = \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^K \begin{cases} 1 & \text{if } I(n,m) = p \text{ and } I(n,m+\delta) = q \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

c takes its value according to the condition of if $I(n,m) = p$ and $I(n,m+\delta) = q$, p,q are defined as $p,q = 0,1,\dots,L-1$. L represents the gray toning count. N and K show the image dimensions. After normalizing GLCM matrix, contrast, correlation, energy and homogeneous properties can be calculated respectively according to the following equations:

$$\sum_{i,j} |i-j|^2 p(i,j) \quad (2)$$

$$\sum_{i,j} \frac{(i-\mu_i)(j-\mu_j)p(i,j)}{\sigma_i \sigma_j} \quad (3)$$

$$\sum_{i,j} p(i,j)^2 \quad (4)$$

$$\sum_{i,j} \frac{p(i,j)}{1+|i-j|} \quad (5)$$

Here, $p(i,j)$ shows the (i,j) gray tone from GLCM. Within the scope of the study, distance $\delta = 1$ and angle $\theta = 0^\circ$ were set and four properties were obtained for each image.

E. Artificial Neural Network

ANN which is a useful statistical tool having a wide usage area in science and technology applications is commonly used many different areas such as drug design, image analysis, diagnostic systems and biochemical analysis [22]. When designing an ANN, network architecture in other words topological structure of network and learning algorithm to be used should be absolutely stated. In practice, ANN is composed of input layer, hidden layer(s) and output layer. Properties describing the data are represented in input layer. Hidden layer(s) are used to catch non-linear structure in data distribution. Output layer produces a value depending on the network topology and its purpose. Mathematical model of the output layer is given in Equation (6).

$$a^i = \sigma \left(\sum_{j=1}^N w_{ij} x_j + b^i \right) \quad (6)$$

Here a^i represents i^{th} layer, output σ represents activation function, N represents input node number, w_{ij} represents weights, x_j represents the inputs, and b represents the bias value. The topology showed that the network consisted of 18 nodes input layer, 2 hidden layers having 10 and 5 nodes respectively and an output layer having 2 nodes. Conjugate gradient with Powell/Beale restarts (traincgb) training algorithm is preferred because of its low memory requirements and fast convergence property. Cross-Entropy performance function and 5-fold cross validation were used to obtain more objective network accuracy.

III. RESULTS

As a result of extracting conventional and image based properties, a total of 18 features were obtained. The feature set was defined in Table 1. The obtained feature set was reflected on two-dimensional PCA axis by using principal component analysis (PCA) as shown in Figure 2. Normal (blue) and pathological samples (red) were marked on this axis.

Confusion matrix is used primarily to evaluate the network performance. Since the confusion matrix contains real and estimated results, it allows to obtain prognostic criteria for the designed system. In order to measure the system performance, accuracy (ACC), sensitivity (Se), specificity (Sp) and quality index (QI) were used. Se and Sp define the positive and negative effect of the classifier on the sample, respectively. Another performance measure used for

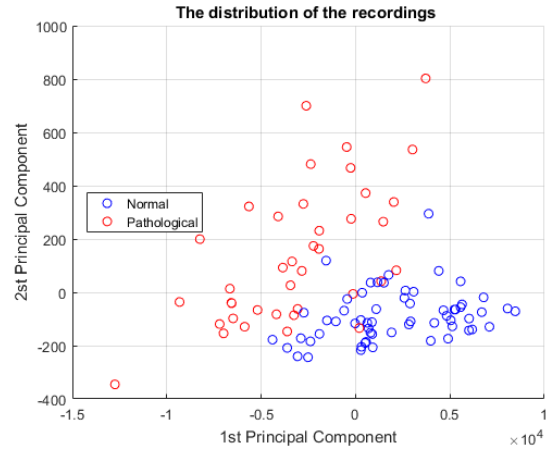


Fig. 2. Distribution of the data in two-dimensional PCA space

TABLE I.
FEATURE SET

Group	Features
Morphological	(1) Basal heart rate, (2) the number of acceleration patterns, (3) the number of deceleration patterns
Statistical	(4) Median, (5) Standard Deviation (6) Standard Error, (7) Maximum beat (8) Minimum beat (9) Maximum and minimum beat range (10) The mean absolute deviation (11) The median absolute deviation (12) Variance
Spectral	(13) Average frequency, (14) Spectrum band power
GLCM	(15) Contrast (16) Correlation, (17) Energy (18) Homogeneity

TABLE II.
EXPERIMENTAL RESULTS

Feature Set	ACC	Se	Sp	QI
Conventional	84.0	86.3	81.2	83.8
GLCM	70.0	71.2	67.2	69.2
Conventional + GLCM	87.0	88.7	85.1	86.9

measuring the dual classification quality is QI. QI represents the geometric mean of Sp and Se. Mathematical form of the performance criteria are provided between (7) and (10).

$$ACC = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (7)$$

$$Se = \frac{TP}{TP+FN} \quad (8)$$

$$Sp = \frac{TN}{TN+FP} \quad (9)$$

$$QI = \sqrt{Sp * Se} \quad (10)$$

Between Eq. (7) and (10), true positive (TP) and true negative (TN) represent the number of positive and negative samples defined correctly. Number of incorrectly diagnosed positive and negative samples is expressed with False positive (FP) and False negative (FN).

During the feature extraction, traditional and image based features were evaluated separately and together in order to understand the efficiency of the suggested method. Table 2 shows the experimental results in percentage. When morphological, statistical, and spectral properties representing the traditional ones were used, classifier success was observed in satisfactory levels. On the contrary, when GLCM based properties were applied by themselves, expected results were not satisfactory. However, when conventional and image-based properties were applied together, the best results were achieved.

IV. DISCUSSION

Since the shape and changes of FHR were defined by the guidelines explaining how CTG should be interpreted, these properties are indispensable in terms of clinic. However, computer-aided CTG analysis can offer more than the properties used traditionally [23].

Discovering the dominant properties that can define or describe the data is extremely important in terms of classification efficiency. Spilka et al. [17] investigated the effect of nonlinear properties on the classification success. Lempel Ziv and Sample Entropy concluded as the most ideal nonlinear features to define CTG data. In another study based on EMD and SVM [3], standard deviations of EMD components were stated to be applied as the inputs. In order to resolve the problem of high dimensional properties of CTG on classification, using K-Means algorithm was suggested by Chamidah et al. [24]. In this study, the GLCM was used in addition to the traditional properties in order to provide classification of CTG signals. In this context, GLCM was obtained by transforming STFT spectrogram representing time-frequency field into 8-bit gray level image and new features like contrast, correlation, energy, and homogeneity were obtained after GLCM was normalized.

V. CONCLUSION

In this study, in order to increase the classification success of CTG signals, obtaining contrast, correlation, energy and homogeneity properties with the help of GLCM by transforming time-frequency based representation of STFT spectrum of each sample into 8-bit gray image as well as using them together with the traditional properties were recommended. Experimental results showed that image based properties increased the classification success when they were used with conventional properties. ACC, Se, Sp, and QI, which were performance criteria of the network, were obtained as 87.0%, 88.7%, 85.1%, and 86.9%, respectively.

REFERENCES

- [1] B. Joachim, A. Fernando, Z. Sebastian, O. Julien, and D. C. Gari, "A practical guide to non-invasive foetal electrocardiogram extraction and analysis," *Physiological Measurement*, vol. 37, p. R1, 2016.
- [2] J. Spilka, V. Chudáček, P. Janků, L. Hruban, M. Burša, M. Huptych, et al., "Analysis of obstetricians' decision making on CTG recordings," *Journal of Biomedical Informatics*, vol. 51, pp. 72-79, 10// 2014.
- [3] N. Krupa, M. A. MA, E. Zahedi, S. Ahmed, and F. M. Hassan, "Antepartum fetal heart rate feature extraction and classification using empirical mode decomposition and support vector machine," *BioMedical Engineering OnLine*, vol. 10, pp. 1-15, 2011.
- [4] C. D. Stylios, G. Georgoulas, P. Karvelis, J. Spilka, V. Chudáček, and L. Lhotska, "Least Squares Support Vector Machines for FHR Classification and Assessing the pH Based Categorization," in *XIV Mediterranean Conference on Medical and Biological Engineering and Computing 2016: MEDICON 2016, March 31st-April 2nd 2016, Paphos, Cyprus*, E. Kyriacou, S. Christofides, and C. S. Pattichis, Eds., ed Cham: Springer International Publishing, 2016, pp. 1205-1209.
- [5] J. Spilka, J. Frecon, R. Leonarduzzi, N. Pustelnik, P. Abry, and M. Doret, "Sparse Support Vector Machine for Intrapartum Fetal Heart Rate Classification," *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, vol. PP, pp. 1-1, 2016.
- [6] S. Dong, B. Boashash, G. Azemi, B. E. Lingwood, and P. B. Colditz, "Automated detection of perinatal hypoxia using time-frequency-based heart rate variability features," *Medical & Biological Engineering & Computing*, vol. 52, pp. 183-191, 2014.
- [7] R. D. F. Keith, J. Westgate, E. C. Ifeachor, and K. R. Greene, "Suitability of artificial neural networks for feature extraction from cardiotocogram during labour," *Medical and Biological Engineering and Computing*, vol. 32, pp. S51-S57, 1994// 1994.
- [8] C. Ulbricht, G. Dorffner, and A. Lee, "Neural networks for recognizing patterns in cardiotocograms," *Artificial Intelligence in Medicine*, vol. 12, pp. 271-284, 3// 1998.
- [9] G. Magenes, M. G. Signorini, and D. Arduini, "Classification of cardiotocographic records by neural networks," in *Neural Networks, 2000. IJCNN 2000, Proceedings of the IEEE-INNS-ENNS International Joint Conference on*, 2000, pp. 637-641 vol.3.
- [10] M. Frize, C. M. Ennett, M. Stevenson, and H. C. E. Trigg, "Clinical decision support systems for intensive care units: using artificial neural networks," *Medical Engineering & Physics*, vol. 23, pp. 217-225, 4// 2001.
- [11] M. Jezewski, R. Czabanski, K. Horoba, and J. Leski, "Clustering with Pairs of Prototypes to Support Automated Assessment of the Fetal State," *Applied Artificial Intelligence*, vol. 30, pp. 572-589, 2016/07/02 2016.
- [12] R. Czabanski, M. Jezewski, K. Horoba, J. Jezewski, and J. Leski, "Fuzzy Analysis of Delivery Outcome Attributes for Improving the Automated Fetal State Assessment," *Applied Artificial Intelligence*, vol. 30, pp. 556-571, 2016/07/02 2016.
- [13] Z. Cömert, A. F. Kocamaz, and S. Güngör, "Cardiotocography signals with artificial neural network and extreme learning machine," in *2016 24th Signal*

- Processing and Communication Application Conference (SIU)*, 2016, pp. 1493-1496.
- [14] H. Sahin and A. Subasi, "Classification of the cardiotocogram data for anticipation of fetal risks using machine learning techniques," *Applied Soft Computing*, vol. 33, pp. 231-238, 8// 2015.
 - [15] V. Chudáček, J. Spilka, M. Burša, P. Janků, L. Hruban, M. Huptych, *et al.*, "Open access intrapartum CTG database," *BMC Pregnancy and Childbirth*, vol. 14, pp. 16-16, 01/13,2014.
 - [16] Z. Cömert and A. F. Kocamaz, "Determination of QT interval on synthetic electrocardiogram," in *2015 23rd Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*, 2015, pp. 2569-2572.
 - [17] J. Spilka, V. Chudáček, M. Koucký, L. Lhotská, M. Huptych, P. Janků, *et al.*, "Using nonlinear features for fetal heart rate classification," *Biomedical Signal Processing and Control*, vol. 7, pp. 350-357, 7// 2012.
 - [18] D. Ayres-de-Campos, M. Rei, I. Nunes, P. Sousa, and J. Bernardes, "SisPorto 4.0 – computer analysis following the 2015 FIGO Guidelines for intrapartum fetal monitoring," *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*, pp. 1-6, 2016.
 - [19] M. G. Signorini, G. Magenes, S. Cerutti, and D. Arduini, "Linear and nonlinear parameters for the analysis of fetal heart rate signal from cardiotocographic recordings," *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, vol. 50, pp. 365-374, 2003.
 - [20] R. M. Haralick, K. Shanmugam, and I. Dinstein, "Textural Features for Image Classification," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, vol. SMC-3, pp. 610-621, 1973.
 - [21] A. Şengür, Y. Guo, and Y. Akbulut, "Time–frequency texture descriptors of EEG signals for efficient detection of epileptic seizure," *Brain Informatics*, vol. 3, pp. 101-108, 2016// 2016.
 - [22] F. Amato, A. López, E. M. Peña-Méndez, P. Vaňhara, A. Hampl, and J. Havel, "Artificial neural networks in medical diagnosis," *Journal of Applied Biomedicine*, vol. 11, pp. 47-58, // 2013.
 - [23] G. G. Georgoulas, C. D. Stylios, G. Nokas, and P. P. Groumpos, "Classification of fetal heart rate during labour using hidden Markov models," in *Neural Networks, 2004. Proceedings. 2004 IEEE International Joint Conference on*, 2004, pp. 2471-2475 vol.3.
 - [24] N. Chamidah and I. Wasito, "Fetal state classification from cardiotocography based on feature extraction using hybrid K-Means and support vector machine," in *2015 International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems (ICACSIS)*, 2015, pp. 37-41.

DEĞİŞKEN KESİTLİ ELEMANLAR İÇİN RİJİTLİK KATSAYILARININ AĞAÇ MODELİ M5P ALGORİTMASI İLE ELDE EDİLMESİ

Yaşar Ayaz

İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, 44280 Malatya, Türkiye

email: yasar.ayaz@inonu.edu.tr

Özet- Rijitlik matrisi temel rijitlik katsayıları ile kolayca elde edilmektedir. Sabit kesitli elemanlar için rijitlik matrisi rijitlik katsayılarının bilinmesi ile kolayca elde edilmektedir. Sabit kesitli elemanlarda rijitlik katsayıları değişmez ve sabittir. Değişken kesitli elemanlarda ise bu katsayılar sabit olmayıp kesit geometrisine bağlı olarak değişmektedir. Değişken kesitli elemanlarda karmaşık integraller veya uzun matematiksel denklemler kullanılarak rijitlik katsayıları elde edilmektedir. Bu çalışmada değişken kesitli elemanların rijitlik matrisini elde etmek için kullanılan temel rijitlik katsayıları ağaç

modeli M5P algoritması kullanılarak elde edilmiştir. Bunun için 147 adet farklı kesit değişimi (h_1/h_2) için rijitlik katsayıları formüller yardımı ile elde edilmiştir. Bu verilerin yardımıyla ağaç modeli M5P algoritması kullanılarak rijitlik katsayılarını hesaplayacak formüller elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler- Değişken Kesitli Elemanlar, Rijitlik Matrisi, M5P

EVALUATION STIFFNESS MATRIX OF VARIABLE CROSS-SECTION MEMBERS USING TREE MODEL M5P ALGORITHM

Yaşar Ayaz

Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Inonu University, 44280 Malatya, Turkey

email: yasar.ayaz@inonu.edu.tr

Abstract- Stiffness matrix can be found by using stiffness coefficients. It is easy to form stiffness matrix for uniform cross-section members by using basic stiffness coefficients. For uniform cross-section members stiffness coefficients are constant. For variable cross-section members these coefficients are not constant and depend on section change and geometry. For variable cross section members equations and formulas to calculate stiffness coefficients are difficult to obtain. In this study, tree model M5P algorithm was used to obtain stiffness coefficients for stiffness matrix. for this purpose stiffness coefficients are obtained from formulas for 147 different section change (h_1/h_2). By using these data tree model M5P algorithm was used to get formula for obtaining stiffness coefficients.

Keywords- Variable Cross-Section Members, Stiffness Matrix, M5P

I. GİRİŞ

Değişken kesitli elemanlar yapı elemanlarında ağırlığı azaltmak ve daha iyi bir gerilme dağılımını sağlamak için gerilme dağılımını düzenlemek için yaygın olarak kullanılırlar. Demiryolu köprüleri, binalar ve hava taşıtları gibi mühendislik yapılarında mimari ve fonksiyonel ihtiyaçlar için de kullanılmaktadırlar[1]. Özellikle uzun açıklıklı elemanlarda tercih edilmektedirler.

Değişken kesitli elemanların analizinde birçok çalışmada nümerik ve analitik metotlar kullanılmıştır[1-15]. Nümerik metotlarda çözüm zaman almaktadır[16]. Analitik metotlarda en önemli problem rijitlik matrisinin elde edilmesidir. Rijitlik matrisinin kesin çözümünün yapılması önemlidir. Değişken kesitli elemanların geleneksel yöntemler ile analizinde ciddi hatalı sonuçlar ortaya çıkmaktadır[2]. Rijitlik matrisinin elde edilmesi işlem kolaylığı sağlar[12]. Eisengerber herhangi bir polinomal değişime sahip değişken kesitler için rijitlik matrisini elde etmiştir[3]. Friedman ve Kosmatka rastgele değişime sahip kirişler için rijitlik matrisini elde etmiştir[4].

Zeki teknikler inşaat mühendisliğinin bir çok alanında kullanılmaktadır. Bu çalışmalarda

sinir ağı için gerekli dotalar ya deneylerden elde edilmekte yada fonksiyonlardan üretilmektedirler[17]. Hanbay vd. sinir ağıları kullanarak regülatörlerin havalandırma verimliliğini modellemişlerdir[18]. Alqedra beton ankrajların kesme kapasitesini hesaplamak sinir ağıları kullanmıştır[19]. Ayaz vd. yüksek mineral katkılı betonda basınç dayanımı ve ultrasonik ses hızı tahminleri için kural tabanlı M5 ve ağaç modeli M5P algoritmalarını kullanmışlardır[20].

Bir çok araştırmacı değişken kesitli kirişlerde uygun bir model ve doğru çözümler üzerine yoğunlaşmış, değişik analiz tipleri için bir çok diferansiyel denklem elde etmiş ve basit uygulanabilir çözümler araştırmışlardır[11]. Değişken kesitli elemanların rijitlik matrisinin elde edilmesi bir çok parametrenin yer aldığı uzun denklemler veya el ile çözülmesi kolay olmayan integraller içerdiğinden pratik değildir.

Bu çalışmada değişken kesitli elemanlar için rijitlik matrisinin elde edilmesi için kullanılan rijitlik katsayılarının elde edilmesi amaçlanmaktadır. Tahmin için ağaç modeli M5P algoritması kullanılmıştır. Giriş verileri olarak kullanılan rijitlik katsayıları analitik formüllerden elde edilmiştir. Rijitlik katsayıları sadece değişken kesitli elemanın başlangıç ve bitiş yükseklikleri (h_1, h_2) kullanılarak elde edilmiştir. bunun için h_1/h_2 1/4 oranları arasında değişen 147 adet veri üretilmiştir. Bu veriler kullanılarak ağaç modeli M5P algoritması ile rijitlik katsayılarını hesaplayacak formüller elde edilmiştir. Temel rijitlik katsayıları 0.99 doğrulukta elde edilmiştir. elde edilen sonuçlar bu modelle istene performansın sağlandığını göstermiştir.

II. MATERIAL AND METHOD

Değişken kesitli elemanların rijitlik matrisi bir çok araştırmacı tarafından farklı şekillerde hesaplanmıştır.

A. Düzlem Çerçevelerde Rijitlik Matrisi

Düzlem çerçeveler için rijitlik matrisi;

$$[k] = \begin{bmatrix} D & C_i & -D & C_j \\ C_i & A_i & -C_i & B \\ -D & -C_i & D & -C_j \\ C_j & B & C_j & A_j \end{bmatrix}$$

şeklinde. Burada temel rijitlik katsayıları,

$$A_i = a_i \frac{EI_0}{L}, A_j = a_j \frac{EI_0}{L}, B = b_{ij} \frac{EI_0}{L}$$

ve diğer rijitlik katsayıları

$$C_i = \frac{A_i + B}{L}, C_j = \frac{A_j + B}{L}, D = \frac{C_i + C_j}{L},$$

şeklinde. Burada a_i , a_j ve b_{ij} temel rijitlik katsayılarıdır[10].

B. Değişken Kesitli Düzlem Çerçevelerde Rijitlik Matrisi

Temel rijitlik katsayıları olan a_i , a_j ve b_{ij} bilinince rijitlik matrisini elde etmek mümkündür. Sabit kesit durumunda temel rijitlik katsayıları $a_i=4$, $a_j=4$ ve $b_{ij}=2$ şeklindedir. Değişken kesit durumunda bu katsayılar kesit değişimine bağlı olarak değişmektedir ve her kesit için ayrı ayrı hesaplanması gerekmektedir.

$$\alpha_1 = \frac{1}{L^2} \int_0^L \frac{(L-x)^2 dx}{EI(x)}, \quad \alpha_2 = \frac{1}{L^2} \int_0^L \frac{x^2 dx}{EI(x)},$$

$$\alpha_3 = \frac{1}{L^2} \int_0^L \frac{(L-x)x dx}{EI(x)} \text{ olmak üzere}$$

temel rijitlik katsayıları

$$a_i = \frac{L}{EI_0} \frac{\alpha_2}{(\alpha_1 \alpha_2 - \alpha_3^2)},$$

$$b_{ij} = \frac{L}{EI_0} \frac{\alpha_3}{(\alpha_1 \alpha_2 - \alpha_3^2)},$$

$$a_j = \frac{L}{EI_0} \frac{\alpha_1}{(\alpha_1 \alpha_2 - \alpha_3^2)}$$

şeklinde hesaplanmaktadır[1]. kral.değişken kesit durumunda atalet momentleri

$$I_0 = \frac{b h_1^3}{12} \text{ ve}$$

$$I(x) = \frac{\left[b \left(\left(\frac{h_2 - h_1}{L} \right) x + h_1 \right)^3 \right]}{12} \text{ şeklinde}$$

hesaplanabilir.

Rijitlik matrisinin hesabında kullanılacak temel rijitlik katsayılarının hesaplanması için yukarıdaki integral içeren formüllerin hesaplanması gerekmektedir.

III. Ağaç Modeli M5P Algoritması

Ağaç modeli M5P algoritması için veri olarak formüller yardımı ile elde edilen 147 adet

farklı kesit değişimi (h_1/h_2) içim rijitlik katsayıları kullanılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1 Temel rijitlik katsayıları

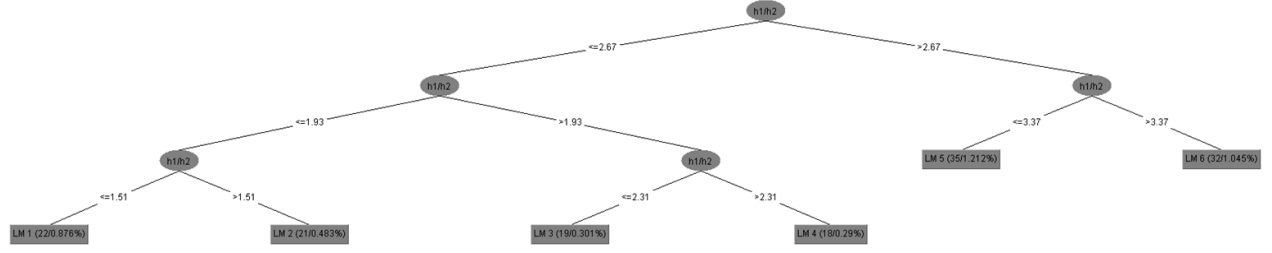
h_1/h_2	a_i	b_{ij}	b_j	h_1/h_2	a_i	b_{ij}	b_j	h_1/h_2	a_i	b_{ij}	b_j
1	4,96	2,31	4,3	2,06	21,3	6,08	7,08	3,04	52,53	11,05	9,73
1,10	5,16	2,37	4,36	2,08	21,78	6,17	7,14	3,06	53,34	11,16	9,78
1,12	5,38	2,44	4,42	2,10	22,26	6,26	7,19	3,08	54,16	11,27	9,84
1,14	5,59	2,5	4,48	2,12	22,75	6,35	7,25	3,10	54,99	11,39	9,89
1,16	5,81	2,57	4,53	2,14	23,25	6,44	7,3	3,12	55,83	11,5	9,94
1,18	6,04	2,63	4,59	2,16	23,75	6,54	7,36	3,14	56,67	11,61	10
1,20	6,27	2,7	4,65	2,18	24,26	6,63	7,41	3,16	57,52	11,73	10,05
1,22	6,5	2,76	4,41	2,20	24,78	6,72	7,47	3,18	58,38	11,84	10,1
1,24	6,74	2,83	4,77	2,22	25,3	6,82	7,52	3,20	59,24	11,96	10,15
1,26	6,99	2,9	4,83	2,24	25,83	6,91	7,58	3,22	60,12	12,07	10,21
1,28	7,24	2,97	4,88	2,26	26,36	7	7,63	3,24	61	12,19	10,26
1,30	7,5	3,04	4,94	2,28	26,91	7,1	7,69	3,26	61,89	12,31	10,31
1,32	7,76	3,11	5	2,30	27,45	7,19	7,74	3,28	62,78	12,43	10,37
1,34	8,02	3,18	5,06	2,32	28,01	7,29	7,8	3,30	63,69	12,54	10,42
1,36	8,29	3,25	5,12	2,34	28,57	7,39	7,85	3,32	64,6	12,66	10,47
1,38	8,57	3,32	5,17	2,36	29,14	7,48	7,9	3,34	65,52	12,78	10,52
1,40	8,85	3,39	5,23	2,38	29,71	7,58	7,96	3,36	66,45	12,9	10,58
1,42	9,14	3,47	5,29	2,40	30,29	7,68	8,01	3,38	67,38	13,02	10,63
1,44	9,43	3,54	5,35	2,42	30,88	7,78	8,07	3,40	68,32	13,14	10,68
1,46	9,73	3,61	5,4	2,44	31,48	7,87	8,12	3,42	69,27	13,26	10,73
1,48	10,03	3,69	5,46	2,46	32,08	7,98	8,18	3,44	70,23	13,38	10,79
1,50	10,34	3,76	5,52	2,48	32,68	8,07	8,23	3,46	71,2	13,5	10,84
1,52	10,66	3,84	5,57	2,50	33,3	8,17	8,28	3,48	72,17	13,62	10,89
1,54	10,98	3,92	5,63	2,52	33,92	8,27	8,34	3,50	73,15	13,74	10,94
1,56	11,3	3,99	5,69	2,54	34,55	8,38	8,39	3,52	74,14	13,86	11
1,58	11,13	4,07	5,74	2,56	35,18	8,48	8,45	3,54	75,14	13,99	11,05
1,60	11,97	4,15	5,8	2,58	35,82	8,58	8,5	3,56	76,15	14,11	11,1
1,62	12,31	4,23	5,86	2,60	36,47	8,68	8,55	3,58	77,16	14,23	11,15
1,64	12,66	4,31	5,91	2,62	37,13	8,78	8,61	3,60	78,18	14,36	11,21
1,66	13,01	4,38	5,97	2,64	37,79	8,89	8,66	3,62	79,21	14,48	11,26
1,68	13,37	4,46	6,31	2,66	38,46	8,99	8,71	3,64	80,25	14,61	11,31
1,70	13,73	4,54	6,08	2,68	39,14	9,09	8,77	3,66	81,3	14,73	11,36
1,72	14,1	4,63	6,14	2,70	39,82	9,2	8,82	3,68	82,35	14,86	11,42
1,74	14,48	4,71	6,19	2,72	40,51	9,3	8,88	3,70	83,74	14,98	11,47
1,76	14,86	4,79	6,25	2,74	41,21	9,41	8,93	3,72	84,49	15,11	11,52
1,78	15,25	4,87	6,31	2,76	41,91	9,52	8,98	3,74	85,57	15,24	11,57
1,80	15,64	4,95	6,36	2,78	42,62	9,62	9,04	3,76	86,65	15,36	11,62
1,82	16,04	5,04	6,42	2,80	43,34	9,73	9,09	3,78	87,75	15,49	11,68
1,84	16,45	5,12	6,47	2,82	44,07	9,84	9,14	3,80	88,85	15,62	11,73
1,86	16,86	5,21	6,53	2,84	44,8	9,94	9,2	3,82	89,96	15,75	11,78
1,88	17,28	5,29	6,59	2,86	45,54	10,05	9,25	3,84	91,08	15,88	11,83
1,90	17,7	5,38	6,64	2,88	46,29	10,16	9,3	3,86	92,21	16,01	11,89
1,92	18,13	5,46	6,7	2,90	47,04	10,27	9,36	3,88	93,35	16,14	11,94
1,94	18,56	5,55	6,75	2,92	47,8	10,38	9,41	3,90	94,49	16,27	11,99
1,96	19	5,64	6,81	2,94	48,57	10,49	9,46	3,92	95,65	16,4	12,04
1,98	19,45	5,73	6,86	2,96	49,35	10,6	9,52	3,94	96,81	16,53	12,09
2,00	19,9	5,81	6,92	2,98	50,13	10,71	9,71	3,96	97,98	16,66	12,15
2,02	20,36	5,9	6,97	3,00	50,92	10,82	9,62	3,98	99,16	16,79	12,2
2,04	20,83	5,99	7,03	3,02	51,72	10,93	9,68	4,00	99,16	16,79	12,2

Tablo 1'de verilen verilerin yardımıyla ağaç modeli M5P algoritması kullanılarak rijitlik

katsayılarını hesaplayacak formüller elde edilmiştir(Tablo 2,3,4). Bu formüllere ait ağaç

yapıları Şekil 1,2,3 'te verilmektedir.

A. ai Temel Rijitlik Katsayısı



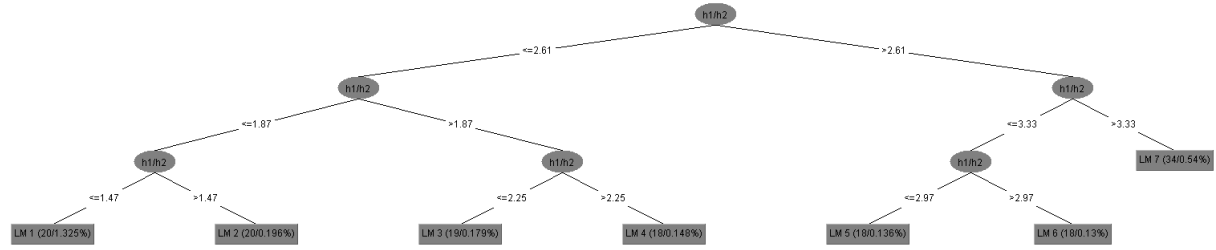
Şekil 1. ai temel rijitlik katsayısı için M5P ağaç yapısı

Korelasyon katsayısı 0.9991 , Ortalama mutlak hata 0.92' dir

Tablo2: ai katsayısı için formüller

h1/h2<2.67				h1/h2>2.67	
h1/h2<1.93		h1/h2>1.93		h1/h2<3.37	h1/h2>3.37
h1/h2<1.51	h1/h2>1.51	h1/h2<2.31	h1/h2>2.31	ai = 40.1776 * h1/h2-68.4839	ai = 47.3278 * h1/h2-92.4627
ai=18.0032* h1/h2-17.0361	ai=20.5311* h1/h2-20.8262	ai = 25.7463 * h1/h2-30.7924	ai = 27.7412 * h1/h2-35.3925		

B. bij Temel Rijitlik Katsayısı

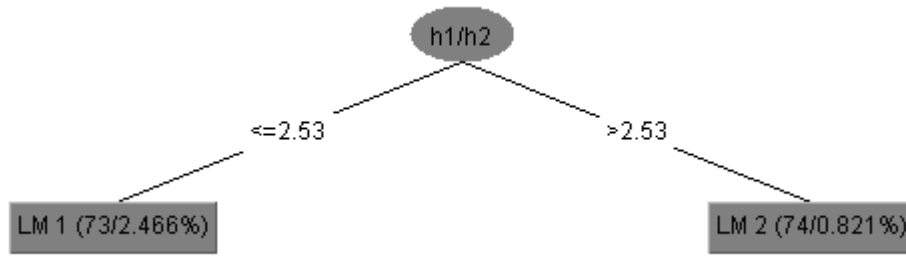


Şekil 2. bij katsayısı için M5P ağaç yapısı

Korelasyon katsayısı 0.9998 , Ortalama mutlak hata 0.0621' dir

Tablo 3: bij temel rijitlik katsayısı için formüller

h1/h2<2.61				h1/h2>2.61		
h1/h2<1.87		h1/h2>1.87		h1/h2<3.33		h1/h2>3.33
h1/h2<1.47	h1/h2>1.47	h1/h2<2.25	h1/h2>2.25	bij =5.4727 * h1/h2-5.5375	bij =5.5965 * h1/h2-5.9052	bij =5.941 * h1/h2-7.0541
bij =3.8338 * h1/h2-2.0174	bij =4.1153 * h1/h2-2.4173	bij =4.562 * h1/h2-3.2406	bij =4.7073 * h1/h2-3.567			

B. bj Temel Rijitlik Katsayısı**Şekil 3. bj katsayısı için M5P ağaç yapısı**

Korelasyon katsayısı 0.9998 , Ortalama mutlak hata 0.0149' dir

Tablo 4: bj temel rijitlik katsayısı için formüller

$h1/h2 < 2.53$	$h1/h2 > 2.53$
$b_j = 2.7826 * h1/h2 + 1.3416$	$b_j = 2.6486 * h1/h2 + 1.6731$

IV. SONUÇLAR

Bu çalışmada değişken kesitli elemanların rijitlik matrisini elde etmek için kullanılan rijitlik katsayıları ağaç modeli M5P algoritması kullanılarak elde edilmiştir. Bunun için 147 adet farklı kesit değişimi ($h1/h2$) için rijitlik katsayıları formüller yardımı ile elde edilmiştir. Bu verilerin yardımıyla ağaç modeli M5P algoritması kullanılarak rijitlik katsayılarını hesaplayacak formüller elde edilmiştir. Temel rijitlik katsayıları a_i için 6 formül, b_{ij} için 7 formül ve b_j için 2 formül elde edilmiştir. Temel rijitlik katsayıları %99 doğrulukta elde edilmiştir.

REFERENCES

1. Al-Gahtani, H.J. "Exact stiffnesses for tapered members", ASCE Journal of Structural Engineering, 122(10), 1234-1239 (1996)
2. Mezaini, N., Balkaya, C., Çitipitioglu, E., "Analysis of Frames with Nonprismatic Members", J. Structural Engineering, 117(10), 1573-1592 (1991)
3. Eisenberger, M., "Exact Solution For General Variable Cross-section Members", Computers & Structures, 41(4), 765-772 (1991)
4. Friedman, Z. and Kosmatka, J.B., "Exact stiffness matrix of a non-uniform beam. I. Extension, torsion and bending of a Bernoulli-Euler beam", Computers and Structures, 42(5), 671-682 (1992)
5. Friedman, Z. and Kosmatka, J.B., "Exact stiffness matrix of a non-uniform beam. II. Bending of a Timoshenko beam", Computers and Structures, 49(3), 545-555 (1993)
6. Arturo-Tena Colunga, "Stiffness formulation for nonprismatic beam elements", J. of Structural Engineering, 122(12), 1484-1489 (1996)
7. Özay, G., Topçu, A., "Analysis of frames with non-prismatic members", Can. J. Civil Eng., 27(1), 17-25 (2000)
8. Allawi, Abbas Abdel-Majid, "Stiffness matrix for haunched members with including effect of transverse shear deformations", Eng. & Technology, 25(2), 242-252 (2007)
9. Ayaz, Y., "An Analytical and Experimental Approach for Improved Stiffness Matrix of Variable Cross-section Bars with Wide Supports", Ataturk University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, PhD. Thesis. 88pp (2010), (in Turkish).
10. Tezcan, S., "Çubuk Sistemlerin Elektronik Hesap Makineleri ile Çözümü", ITU Kütüphanesi, İstanbul (1970)
11. Shooshtari, A., R. Khajavi, R., "An efficient procedure to find shape functions and stiffness matrices of nonprismatic Euler-Bernoulli and Timoshenko beam elements", European Journal of Mechanics A/Solids, 29, 826-836 (2010)
12. Issa, H.K. and Mohammad, F.A., "Practical non-prismatic stiffness matrix for haunched-rafter pitched-roof steel portal frames", Challenges, Opportunities

- and Solutions in Structural Engineering and Construction – Ghafoori (ed.), Taylor & Francis Group, London(2010)
13. Shahba, A., Attarnejad, R., Tavanaie Marvi ,M., Hajilar, S., "Free vibration and stability analysis of axially functionally graded tapered Timoshenko beams with classical and non-classical boundary conditions", Composites: Part B, 42, 801–808(2011)
 14. Shuang Li, Jinjun Hu, Changhai Zhai, and Lili Xie1, "Static, Vibration, and Transient Dynamic Analyses by Beam Element with Adaptive Displacement Interpolation Functions", Hindawi Publishing Corporation Mathematical Problems in Engineering Volume 2012, Article ID 212709, 25 pages
 15. Nguyen, Q., Hjjaj,M., Guezouli,S., "Exact finite element model for shear-deformable two-layer beams with discrete shear connection ", Finite Elements in Analysis and Design,82, 718–727, (2011)
 16. Pu, Y., Mesbahi, E., "Application of artificial neural networks to evaluation of ultimate strength of steel panels",Engineering Structures, 28, 1190–1196, (2006)
 17. Ismail, A.,Jeng, D.-S, Zhang, L.L., Zhang,J.-S.,"Predictions ofbridgescour:Applicationofafeed-forwardneural network with an adaptive activation function", Engineering Applications of Artificial Intelligence, 26, 1540–1549, (2013)
 18. Hanbay, D., Turkoglu, I., Demir, Y. (2006b). A wavelet neural network for intelligent modeling. In *International fifteenth turkish symposium on artificial intelligence and neural networks*. (pp. 175–182) Turkey.
 19. Alqedra ,M.A., Ashour ,A.F., "Prediction of shear capacity of single anchors located neara concrete edge using neural networks", Computers and Structures,83,2495–2502, (2005)
 20. Ayaz, Y. Kocamaz, AF. Karakoç, MB., "Modeling of compressive strength and UPV of high-volume mineral-admixed concrete using rule-based M5 rule and tree model M5P classifiers", Construction and Building Materials 94, 235-240 82015)
 21. Dündar, C., Kırıl E., Mengi Y., 1985, Yapı Mekaniğinde Bilgisayar Programları, TMMOB, İMO Yayınları

Su ve Kanalizasyon İdareleri için Bütünleşik Veri Analizi Sistemi

Fatih Okumuş

Bilgisayar Mühendisliği
İnönü Üniversitesi
Malatya, Türkiye
fatih.okumus@inonu.edu.tr

Adnan Fatih Kocamaz

Bilgisayar Mühendisliği
İnönü Üniversitesi
Malatya, Türkiye
fatih.kocamaz@inonu.edu.tr

Yusuf Kocaman

Bilgi İşlem Daire Başkanlığı
Malatya Su ve Kanalizasyon İdaresi
Malatya, Türkiye
yusufkocaman@maski.gov.tr

Özet— Su ve Kanalizasyon İdareleri bünyelerinde veri girişi yapılan birçok yönetim sistemi barındırır. Bu sistemler her ne kadar birbirlerinden bağımsızmış gibi görünseler de, birbirleri üzerinde etki eden görünen/görünmeyen bağlantı noktalarına sahiptirler. Bu bağlantı noktaları bilinmediğinde kurum içerisinde oluşan olağandışı olayların kaynağı doğru tespit edilemeyebilir. Sistemler arası bağlantı noktaları yardımıyla veri kümeleri arasında ilişki kurularak oluşturulan büyük veri üzerinde yapılacak analizlerle olağandışı olayların kaynağı tespit edilebilir. Böylece kurum içi performans eksikliği, mali kayıp, idari mekanizmalar arasındaki uyumsuzluk vb. gibi sorunlar da çözülebilecektir.

Bu çalışmada Su ve Kanalizasyon İdarelerinde çalışan tüm yönetim sistemlerinin uyum içerisinde çalışması için, sistemler arası bağlantı noktalarının tanımlanmasıyla ilişkisel büyük veri oluşturulmuş ve veri madenciliği yöntemleri bütünleşik bir veri analizi sistemi sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler—Büyük veri, su ve kanal idareleri, veri analizi, veri madenciliği

Abstract— Water and Sewerage Administrations have many management system which stores data. Although these systems looks like they are independent of each other, they have known/unknown connection points that effects each other. If this connection points don't known well, we can't detect the source of the unusual events. The source of unusual events can detect with analysis on big data that generated by establishing relationships between data sets. Thus, the lack of performance, financial losses, incompatibility between the administrative mechanisms, problems etc. can be solved.

In this work, to work in harmony with all of the management systems used in Water and Sewerage Administration, a relational big data generated with the identification of connection points between management systems and an integrated data analysis system is presented using data mining methods.

Index Terms—Big data, water and sewerage administrations, data analysis, data mining

I. Giriş

Su ve Kanal İdareleri bünyesinde birçok modüler yapıya sahip mekanizmalar barındırmaktadır. Bu tür kurumlar genel olarak müşteri/abone bazlı çalışmaktadır. Su ve kanalizasyon abonelerine veya müşterilerine götürülen hizmet kalitesinin maksimum düzeyde olması beklenir. Hizmet kalitesini artırma yollarından biri kurum içi işleyen mekanizmaların bütünleşik bir yapıda uyum içinde çalışmasıdır. Bu mekanizmaların uyum içerisinde çalışması için veri paylaşımında bulunmaları gerekir. Veri paylaşımında bulunabilmek için elbette verilerin saklanması da gerekmektedir. Sistematik verilerin saklanması ve yönetilmesi için her mekanizmada işleyen bir yönetim sisteminin olması beklenir. Su ve Kanal İdareleri için bu yönetim sistemleri başlıca aşağıdaki gibidir:

- Abone Bilgi Yönetim Sistemi (ABYS)
- Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)
- Müşteri İlişkileri Yönetim Sistemi (MİYS)
- Saha Hizmetleri Yönetim Sistemi (SHYS)
- Yatırım İzleme Yönetim Sistemi (YİYS)
- Elektronik Belge Yönetim Sistemi (EBYS)
- Muhasebe Yönetim Sistemi (MYS)
- Personel- Maaş Yönetim Sistemi (PMYS)
- Stok Yönetim Sistemi (SYS)
- Araç Takip Sistemi (ATS)

Her bir sistemin meydana getirdiği bir veri kümesi vardır. Tüm bu yönetim sistemlerinin verilerini aynı ortamda saklaması her kurum için beklenemez. Ayrıca, verilerin aynı ortamda saklanması dahi bütünleşik bir yapı için yetersizdir. Bu mekanizmalar arasında bütünleşik ve büyük bir veri sistemi oluşturabilmek için sistemler arasındaki ilişkilerin bilinmesi gerekir. Bu ilişkiler sistemlerin işleyişine etki eden kritik bağlantı noktalarıdır. Bağlantı noktalarının tanımlanması ile bütünleşik bir yapıda büyük veri oluşacaktır. Bu büyük veri üzerinde veri analizi yapılarak sistematik hataların veya olağandışı durumların kaynağı daha doğru tespit edilebilecektir.

Su ve Kanalizasyon İdareleri gibi kurumlarda iş amaçları için ham veriden anlamlı ve kullanışlı bilgi çıkarma teorisini iş zekâsı uygulamalarında görmekteyiz. İş zekâsı, kurumlar için stratejik planların daha doğru oluşturulmasını ve uzun zamanlı

kararlılık sağlar [1]. Kurumsal iş zekâsı çözümleri genel olarak veri madenciliği algoritmalarını kullanır. İş analitiğinde veri madenciliği yöntemlerinin nasıl kullanıldığına [2]'de değinilmiştir. Her kurumun farklı iş mekanizmaları olduğu için iş analizinde yöntemler de farklılık gösterecektir. Lausch ve ark. [3]'de yaptıkları çalışmada iklim araştırmaları için veri madenciliği kullanarak yeni bir perspektif sunmuşlardır. Bu çalışmada regresyon metodu kullanılmış ve tahmin için kararlı bir mekanizma oluşturulmuştur. Diaz-Valenzuela ve ark. [4]'deki çalışmalarında manuel bir yöntemle elektronik kütüphanelerde yetkililerin belirlenmesi için otomatik bir sistem sunmuşlardır.

Veri madenciliği metotları özellikle market sepeti uygulamalarında sıkça kullanılmaktadır. [5]'de yapılan bir çalışmada Dheer ve Punjabi özellikle Hindistan demir yollarında meydana gelen kazaların analiz edilmesinde apriori algoritmasından faydalanmışlardır. Değişen iklim şartları, kavşaklar, gündüz – akşam mesaisi gibi etkenler bu çalışmada parametre olarak kullanılmıştır.

Bu çalışmada Su ve kanal İdarelerinde meydana gelen olağandışı faaliyetler için analiz sistemi kurulması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda kurum içinde oluşan tüm veri kümelerinin sistematik bağlantı noktaları belirlenerek büyük veri oluşturulmuş ve bu büyük veri üzerinde analiz yapan bir yazılım geliştirilmiştir. Bu yazılım ile gerçek zamanlı sistem üzerinde gerçekleşen olayların kaynakları tespit edilebilmiştir.

Çalışmada öncelikle kullanılan teknolojilerin ve yöntemlerin kısaca tanıtımı yapılmıştır. Ardından veri kümeleri arasındaki bağlantı noktaları ve ilişkileri belirtilmiş ve bu ilişki ile yapılan analiz sisteminin detaylı açıklaması yapılmıştır. Sonuç kısmında ise çalışmanın çıktıları sunulmuştur.

II. MATERYALLER

Bu çalışma ile geliştirilen sistem iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşama, veri tabanları arasındaki ilişkilerin belirlenmesi ile oluşturulan bütünleşik yapının ortaya çıkardığı büyük veriyi saklayan yeni bir veritabanı oluşturmaktır. İkinci aşama ise bu veri tabanını kullanan ve veri analizi yapan yazılımın geliştirilmesidir. Büyük verinin saklanması için veri tabanı sistemi olarak Microsoft SQL Server Kullanılmıştır. Analiz yazılımı ise Web uygulama olarak ASP. NET MVC ve C#.NET ile geliştirilmiştir. Çalışmada analiz yöntemi olarak Apriori algoritması kullanılmıştır.

A. Apriori Algoritması

Apriori algoritması Agrawal ve Srikant tarafından [6]'da sunulan ve veri madenciliğinde sıklıkla kullanılan birliktelik kuralı çıkarım algoritmasıdır. Birliktelik kuralları, büyük veriler arasındaki ilişkileri keşfetmek için çıkarılırlar. Algoritma ismini bilgilerin bir önceki adımdan alınması ile bir önceki anlamına gelen 'prior' kelimesinden almıştır. Apriori algoritmasında amaç sık geçen veri kümesini bulmaktır. Bu amaç doğrultusunda veriler birden fazla tarama işlemine tabi tutulur. İlk aşamada minimum destek eşiğini geçen öğeler, sonraki taramalarda ise bir önceki taramadan gelen öğelerden türetilen aday öğeler kullanılır. K-adet öğe içeren bir öğe

kümesi için L_k öğe kümeleri setlerini, C_k aday öğe kümesi setlerini ifade edecek olursa, algoritmanın akışı şu şekilde olacaktır [6]:

- İlk taramada tüm nesneler taranır. Minimum destek eşiğini geçen veri kümelerinden k-öge elde edilir.
- Sonraki taramalarda apriori gen fonksiyonu kullanılarak L_{k-1} nesne kümesinden C_k aday nesne kümeleri türetilir.
- C_k 'daki adaylar apriori-gen işlemi ile budamaya tabi tutulur. Budama işleminde C_k kümesinin alt kümelerinin L_{k-1} kümesinde olup olmadığına bakılır. Listede olmayan aday öğe silinir.
- C_k için minimum destek eşiği oluşturulur. Destek eşiği her bir öğenin kaç hareket kaydında geçtiğine bakılarak hesaplanır. Bu eşik değeri geçen öğelerden yeni L_k öğe listesi oluşturulur.
- K adet öğe için tarama yapılmaya kadar döngü devam eder.

Apriori için örnek özet kodu Şekil 1.'de gösterilmiştir.

```

1) L1 = find_frequent_1 - itemsets (D);
2) for (k=2; Lk-1≠∅; k++) {
3)   Ck = apriori_gen (Lk-1);
4)   for each transaction t {
5)     Ct = subset (Ck, t);
6)     for each candidate -c Ct
7)       c.count++;
8)   }
9)   Lk = {cCk | c.count ≥ minsup}
10) }
11) return L = Uk Lk;
```

Şekil 1. Örnek Apriori Özet Kodu [7]

C_k aday nesne kümesinin oluşturulmasında kullanılan gen fonksiyonu ise Şekil 2.'de belirtilmiştir.

```

insert into Ck
select p.items1, p.items2, ..., p.itemsk-1, q.itemk
from Lk-1 p, Lk-1 q
where p.item1=q.item1, ..., p.itemk-2=q.itemk-2,
      p.itemk-1<q.itemk;

for all itemsets c ∈ Ck do
  for all (k-1)-subsets s of c do
    if (s ∉ Lk-1) then
      delete c from Ck
```

Şekil 2. Apriori için Gen Fonksiyonu [6]

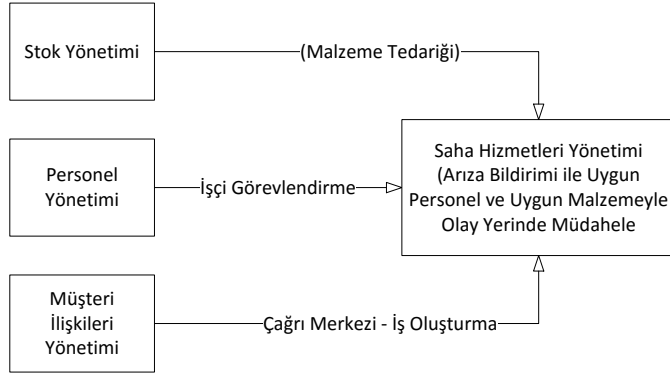
III. ANALİZ YÖNTEMİ

Su ve Kanal İdareleri için geliştirilen bu yöntem öncelikli olarak sistemler arası bağlantı noktalarının belirlenmesi temeline dayanır. Sistemler arası bağlantı noktaları iş akışını belirlemektedir. Bu ilişki noktaları belirlendikten sonra olay analizi için apriori algoritması kullanılmıştır. Olağandışı tespitleri ile birlikte apriori algoritması ile gerçekleşen olaya

kadar işleyen tarihsel süreç incelenerek birliktelik kuralları çıkarılmıştır.

A. Veri Kümeleri Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi

Veri kümeleri arasındaki bağlantı noktaları ilişkisel nitelik taşımaktadır. Normal süreçte bu bağlantı noktaları kişisel ilişkilerle sağlanmakta olduğu için olay tespitinde sadece bir adım geriye gidilebilmekte ve gerçek sebep sonuç ilişkisi kurulamamaktadır. Ancak veri kümeleri arasında kurulacak bağlantılar tarihsel olay akışının başlangıcına kadar gidilebilmesini sağlayacaktır. Şekil 3.'de basit bir olay akışı örneklendirilmiştir. Bu örnekte saha hizmeti için gerekli olan değerlerin diğer sistemlerden nasıl ve ne şekilde elde edildiğini görmektediriz.



Şekil 3. Basit Bir Olay İlişki Haritası

Bu sistemde kaliteli bir analiz yapmak için veri kümeleri arasında yapılacak ilişkilendirmelerin çeşitliliği önemlidir. İlişki çeşitliliğini artırmak için veri kümeleri arasında gerçekleşen tüm etkileşimlerin çıkarılması gerekir. Bu çalışmada Su ve Kanal İdareleri içinde oluşabilecek tüm veri kümeleri için ilişkiler tanımlanmıştır. Tablo 1.'de veri kümeleri arasındaki ilişkilerden bir kısmı verilmiştir.

Tablo 1. Veri Kümeleri Bağlantı Noktaları

Veri Kümesi	İlişkili Veri Kümesi	Bağlantı Noktası Tanımı
SHYS	SYS	Malzeme Temini
SHYS	PMYS	Personel Görevlendirmesi
SHYS	MİYS	Çağrı Merkezi - İş Ataması
SHYS	MİYS	Müşteri Bilgisi
SHYS	CBS	İş Haritası
SHYS	CBS	Geometrik Numarataj Bilgileri
SHYS	YİYS	Arıza Bölgesinde Yapılan Yatırımlar
SHYS	ABYS	Müşteri - Abone Eşleştirmesi
SHYS	ABYS	Hizmet - Abone Numarası Eşleştirmesi
SHYS	ATS	Hizmette Kullanılan Araç Bilgileri
SHYS	ATS	Araç - Konum Bilgileri
ABYS	MYS	Tahakkuk - Tahsilat Bilgileri
ABYS	CBS	Geometrik Numarataj Bilgileri
ABYS	CBS	Abone - Şebeke Eşleştirmesi
ABYS	CBS	Abone - Vana Eşleştirmesi

Veri kümeleri arasındaki ilişkilerin tanımlanması yeterli olmayacaktır. Her ilişki tanımı için etiketlerin de atanması gerekmektedir. Etiket atama işlemi anlamlı çıkarımlar yapmak için gereklidir. Örnek olarak Tablo 2.'de SHYS ile SYS arasında tanımlanmış olan Malzeme Temini ilişkisi için belirlenen etiketler ve ağırlık değerleri belirtilmiştir.

Tablo 2. İlişki Tanımları için Etiketleme

Malzeme Temini (SHYS - SYS)	
Etiket	Destek (w)
Adı	0.10
Türü	0.15
Ağırlığı	0.10
Uzunluğu	0.10
Miktarı	0.15
Kalite Sınıfı	0.25

Tanımlanan etiketler analiz sırasında yapılacak sınıflandırma işlemlerinde etkili olacaktır. Destek Değeri (w) her etiket için ilişkideki etki oranını belirtir:

$$w = \{0 \leq x \leq 1 \mid x \in R\}$$

w değeri apriori algoritmasında destek eşiği olarak kullanılmıştır ve her bir etiket için kurumsal hassasiyetler göz önüne alınarak belirlenmiştir. w için optimum değerin belirlenmesi sistemin daha etkili çalışması için önem arz etmektedir.

B. Apriori Algoritması ile Olağandışılık Analizi

Olağandışılık, kurum faaliyetlerinin normal seyrine uymayan her türlü olaydır. Örnek olarak bir mahalleden gelen arıza şikâyetlerinin nüfus oranı ile bakıldığında diğer mahallelerden fazla olması olağandışı bir faaliyet olarak değerlendirilebilir. Bu çalışmada olağandışılık analizi iki aşamada sunulmuştur. Birinci aşama olağandışılığın otomatik olarak tespit edilmesidir. İkinci aşama ise olayın gerçekleşmesinde rol alan tüm parametrelerin ortaya çıkarılması ile olaya neden olan kaynağın bulunmasıdır.

Birinci aşama için belirli durumlar ele alınmış ve bu durumlar için veri sorgulaması ve raporlaması tasarlanmıştır. Her bir rapor için eşik değerler tanımlanmış ve eşik değerlerin aşılması durumunda alarm sistemlerinin devreye girmesi sağlanmıştır. Olağandışılık tanımı eşik değerler sayesinde yapılabilmektedir. Bu aşama için derin öğrenme ile otomatik olağandışılık analizi yapılabilir.

İkinci aşama için aşağıdaki akış ile olağandışı faaliyetlerin kaynağı tespit edilmiştir:

- Olağandışılık faaliyetinin gerçekleştiği veri kümesi ve bu veri kümesi ile ilişkisi tanımlanan tüm veri kümeleri için nesnel öge kümeleri oluşturulur.
- Oluşturulan veri kümeleri için etiket bazında alt veri kümeleri oluşturularak apriori algoritmasından geçirilir.
- Apriori algoritması ile oluşturulan L_k öge kümesinden nicel birliktelik kuralları çıkarılır.
- Birliktelik kuralları yorumlanarak sunulur.

Çalışmada geliştirilen uygulama ile elde edilen kurallardan bazıları şöyledir:

Kural 1. DM tipi boruların kullanıldığı bölgelerde çağrı merkezine gelen arıza, şikâyet bildirimi sayısı azalma görülmektedir.

Kural 2. Evli olan erkek çalışanlar mesai fazlası çalışmalarını hafta içi yapmayı tercih eder.

Kural 3. 60 yaş üstü aboneler su faturalarını gişelerde tahsil eder.

Kural 4. Abonelerin eğitim düzeyi arttıkça on-line su faturası tahsilat sayısı da artar.

Kural 5. Saha hizmetlerini yürüten ekipler Pazartesi, Salı ve Çarşamba günleri daha çok iş kapatırlar.

Kural 6. Aynı arıza veya şikâyet için yapılan başvuru/çağrı sayısı merkezi bölgelerde kırsal bölgelere nazaran daha fazla olur.

Kural 7. Kontrol takvimi, çalışma başlangıç tarihinden önce yapılan yatırımlarda firmalar takvime uyarlar.

Kural 8. Harita üzerinden araç takip ile geçiş güzergâhları kontrol edilen saha ekiplerinin kullandığı benzin miktarı azalır.

Kural 9. Saha ekiplerinin kullandığı araçlarda arıza bölgesine intikal için navigasyon kullanılırsa kullanılan benzin miktarı azalır.

Kural 10. Mobil saha hizmetleri sistemini kullanan ekiplerin iş bitirme süreleri azalır.

Kural 11. Mobil saha hizmetlerinin çağrı merkezi ile bütünleşik çalışması ile müşteriye on-line dönüş yapılması müşteri memnuniyetini artırır.

Kural 12. Saha ekipleri arasında rotasyon yapıldığında ekip performansı artar.

IV. SONUÇ

Bu çalışma ile Su ve anal İdareleri çalışan tüm sistemler için üzerinde bütünleşik olarak analiz yapılabilen ortak bir veritabanı oluşturulmuştur. Bu ortak veri tabanında yer alan bağımsız veri kümeleri arasında ilişki tanımları yapılmış ve bu ilişkiler için etiket atamaları yapılmıştır. Veri kümeleri arasındaki ilişkiler için bağlantı noktalarının ve etiket atamalarının belirlenmesi için Malatya Su ve Kanal İdaresinde detaylı bir çalışma yapılmış ve başarılı bir şekilde tüm tanımlamalar yapılmıştır. Elde edilen veri seti üzerinde Apriori algoritması ile veri analizi yapılmış ve istenmeyen veya olağandışı durumların kaynağının tespit edilmesi sağlanmıştır.

Uygulamadan elde edilen kuralların yıllık stratejik planların oluşturulmasında kullanılması sağlanmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma için veri desteğini ve bilgi paylaşımını esirgemeyen Malatya Su ve Kanalizasyon İdaresine teşekkür ederim.

KAYNAKÇA

- [1] O. P. Rud, Business intelligence success factors : tools for aligning your business in the global economy, Hoboken, New Jersey: Wiley & Sons, 2009.
- [2] G. Shmueli, N. Patel ve P. Bruce, Data Mining for Business Intelligence: Concepts, Techniques, and Applications with XLMiner, Hoboken, New Jersey: Wiley & Sons, 2010.
- [3] A. Lausch, A. Schmidt, L. Tischendorf, "Data mining and linked open data—new perspectives for data analysis in environmental research" *Ecol. Model.* 295 (2015), pp. 5–17
- [4] I. Diaz-Valenzuela, M.J. Martín-Bautista, M.A. Vila, J.R. Campaña, "An automatic system for identifying authorities in digital libraries" *Expert Systems with Applications*, 40 (10) (2013), pp. 3994–4002
- [5] S. Dheer, M.P. Punjabi, "Four Checkpoint Modified Apriori Algorithm for Data Mining in Accidents Analysis" *Imperial Journal of Interdisciplinary Research*, 2016, 2.7.
- [6] R. Agrawal ve R. Srikant, "Fast Algorithms for Mining Association Rules in Large Databases" *Proceedings of the 20th International Conference on Very Large Databases (VLDB)*, Santiago, 1994, pp. 487-499.
- [7] G. Shmueli, N. Patel ve P. Bruce, Data Mining for Business Intelligence: Concepts, Techniques, and Applications with XLMiner, Hoboken, New Jersey: Wiley & Sons, 2010.

AUTHOR INDEX

A.Hayrettin YUZER	141	Erdoğan DOĞDU	435
Abdulkadir ŞENGÜR	43, 108, 342, 532, 536	Erhan AKBAL	451
Abdullah CALISKAN	291	Erhan ERGÜN	21
Abdullah Erhan AKKAYA	69, 352	Ertan BÜTÜN	211
Abdülnasır YILDIZ	522	Ertuğrul GÜL	153
Abdürrahim DAL	124	Esat AVŞAR	502
Abdülkadir GÜMÜŞÇÜ	356	Esra KARADENİZ	556
Adem KALINLI	312	Eşref ERDOĞAN	295
Adnan Fatih KOCAMAZ	561, 569, 580	Eyyüp GÜLBANDILAR	242
Ahmet Anıl MÜNGEN	119, 147, 419, 423	Faruk Baturalp GÜNEY	227
Ahmet Ayberk YURTTADUR	135	Fatih ERTAM	215
Ahmet Bedri ÖZER	472	Fatih KELEŞ	317
Ahmet Burak GÖKBAYRAK	251	Fatih OKUMUŞ	580
Ahmet ÇİFCİ	467	Ferhan DEMİRKOPARAN	167
Ahmet GÜNER	404	Ferhat BOZKURT	227
Ahmet SAYAR	281, 322	Feyzullah TEMURTAS	130
Ali ARI	532, 544	Furkan AYAZ	544
Ali Fatih GÜNDÜZ	97	Furkan ÖZTEMİZ	375
Ali İhsan ERTOK	305	Gaffari ÇELİK	34
Ali KARCI	87, 97, 266, 338, 347, 556, 561	Gamze DOĞAN	54
Ali TEMURTAŞ	390	Gıyasettin ÖZCAN	242, 262
Alper BASTURK	291	Gonca Özmen KOCA	451
Arif MEMMEDOV	326	Gökhan AKSU	390
Asım KAYGUSUZ	29, 409, 456	Gökhan KAYHAN	360
Ayşe Sarımeşeli PAÇACI	365	Gökhan SATILMIŞ	409
Ayşegül ALBAYRAK	234	Gürkan TUNA	516
Ayşegül BANI	365	Güçlü KIVANÇ	63
Barış Baykant ALAGOZ	29	Hakan ERDÖL	147
Berat DOĞAN	104	Harun SUMBUL	141
Berna ARI	532	Hasan BADEM	291
Burhan ERGEN	286	Hasan KOCER	78
Çağdaş TUNA	78	Hasan OKTAY	334
Cansu AKYÜREK	419	Hasan SÖYLER	380
Cem ONAT	528	Hicran YILMAZ	451
Cemal KELES	29	Hüseyin AKCELİK	78
Cengiz GÜNGÖR	496	İbrahim YÜCEDAĞ	174, 187, 200
Cengiz HARK	338, 347	İhsan TUĞAL	87
Davut HANBAY	544	İlhan Fırat KILINÇER	215
Deniz TANIR	485	İsmail KOYUNCU	275
Duygu KANPAKOĞLU	551	Kenan ALTUN	219, 223
Duygu KAYA	370	Kenan İNCE	396, 400
Ebubekir BÜBER	59	Kutlucan GORUR	130
Ebubekir ERDEM	255	M. Mustafa YÜCEL	158
Eda FENDOĞLU	380	M.Recep BOZKURT	130
Eda Sena KARAAĞAÇLI	147	M.Serdar BASCIL	130
Emrah DÖNMEZ	561	Mahdi Hatami VARJOVI	461
Enis GÜNEY	219, 223	Mehmed Oğuz ŞEN	502
Enis KARAARSLAN	496	Mehmet AKIN	522
		Mehmet Burak PEKTEKİN	456
		Mehmet Emin TAĞLUK	73
		Mehmet Emin YUKSEL	291

Mehmet Hikmet DEMİRCİ	502	Resul DAŞ	516
Mehmet KAYA	119, 211, 423	Şafak SARAYDEMİR	78
Mehmet Mert YÜCESAN	435	Sara ALTUN	509
Mehmet Sönmez	246	Seda KUL	281
Mehmet Taha ESER	390	Sedat GOLGİYZ	528
Mehmet ÜSTÜNDAĞ	404	Selman YAKUT	472
Mehmet YUCEER	365	Semih UTKU	305
Mete ÇELİK	153	Sercan VANÇİN	255
Muhammed Fatih TALU	352, 461, 477, 481, 509, 528	Serdar ALASU	477
Muhammer İLKUÇAR	467	Serdar ÇETİNKAYA	317
Muhammet BAYKARA	516	Serdar Ethem HAMAMCI	375
Muhammet Fatih AKBAŞ	496	Serkan ALAGOZ	29
Muharrem DÜĞENCİ	82	Serkan BALLI	47
Murat Cihan SORKUN	93	Serkan ÖZTÜRK	153
Murat DEMİR	266	Seycan ÇAĞLAN	305
Murat EKİNCİ	429	Shayda Khudhur İSMAİEL	300
Murat KARABATAK	551	Sibel BİRTANE	12
Murat ÖZBAYOĞLU	413	Süleyman POLAT	334
Murat TUNA	275	Süleyman EKEN	281, 322
Musa ATAŞ	441, 446	Şebnem Koltan YILMAZ	158
Mustafa GÖKÇE	380	Şehmuz FIDAN	334
Mustafa POYRAZ	522	Şengül DOĞAN	451
Mustafa ŞEKER	326	Taha ETEM	386
Mustafa Turan ARSLAN	312	Tamer ÖLMEZ	104
Mustafa TURK	113, 370	Taner TUNCER	300
Mustafa YILDIZ	234	Taner UÇKAN	338, 347
Muzaffer ASLAN	108, 536	Teymuraz ABBASOV	386
Oğul GÖÇMEN	63	Tolga AYDIN	34
Oğuz KAYNAR	167, 234	Tuba PALA	174, 187, 200
Oğuzhan URHAN	251	Tuncay KARAÇAY	124, 135
Oktay KIZILKAYA	380	Turgut ÖZSEVEN	82
Onur KARASOY	47	Uygar GÜNEŞ	413
Orhan YAMAN	215	Ümit BUDAK	108, 536
Osman DEMİRCİ	360	Ümit KOCABIÇAK	489
Ömer DEMİRCAN	322	Vedat TÜMEN	286
Ömer Faruk ALÇİN	404	Yahya DOĞAN	441, 446
Ömer Faruk ERTUĞRUL	25, 73	Yaman AKBULUT	342
Ömer Galip SARAÇOĞLU	295	Yaser ICER	113
Önder ÇOBAN	227	Yasin GÖRMEZ	167, 234
Övünç ELBİR	413	Yaşar AYAZ	574
Özel SEBETCİ	390	Yılmaz DURNA	78
Özgür Koray ŞAHİNGÖZ	12	Yılmaz KAYA	17, 25, 73
Özkan BİNGÖL	429	Yunus Emre IŞIK	167
Özkan CANAY	489, 493	Yusuf KOCAMAN	580
Pelin ALTINIŞIK	21	Zafer CÖMERT	569
		Zehra BOZDAĞ	481